

## MORFOMETRIA EXÚVIÍ *AESHNA CYANEA* (MÜLLER, 1764) (ODONATA: AESHNIDAE) Z ÚZEMIA SLOVENSKA

Monika ÁBELOVÁ, Stanislav DAVID

Katedra ekológie a environmentalistiky FPV Univerzity Konštantína Filozofa v Nitre,  
Tr. A. Hlinku 1, 949 74, Nitra, e-mail: sdavid@ukf.sk

ÁBELOVÁ, M., DAVID, S. 2014: Morphometry of *Aeshna cyanea* (Müller, 1764) (Odonata: Aeshnidae) exuviae from the territory of Slovakia. *Entomofauna carpathica*, **26**(1): 1-11.

**Abstract:** The study elaborates the morphometric analysis of 87 exuviae specimens of Southern Hawker (*Aeshna cyanea*) from 6 localities of Slovakia. Measured and statistically evaluated are 6 morphometric signs for exuviae of Southern Hawker. We confirmed several distortions of normality of data, partly caused by measurement error. The exuviae of females are larger in measured signs except the length of the thigh (femura) than males. It has been proved that the dependence of signs is often not linearly correlated. The results are also important, because morphometric signs are used in the designation keys and in the research of development stages of larvae and exuviae. We have processed so far the largest data set of morphometric data for Slovakia.

**Key words:** Morphometry, *Aeshna cyanea*, exuviae, Slovakia

### ÚVOD

Poznanie morfometrických znakov patrí k základným charakteristikám unimodálnych organizmov. Pri determinácii väčšiny taxónov sa vychádza práve z týchto poznatkov, pričom ich dopĺňajú aj charakteristiky anatomické, etologické a ekologické, nakoľko živé organizmy majú individuálny vývin a vyznačujú sa istým stupňom flexibility pri meniacich sa životných podmienkach, čo sa týka aj morfometrických charakteristík.

*Aeshna cyanea* (Müller, 1764) – šidlo modré, patrí do radu vážok (Insecta: Odonata) s nedokonalou premenou (hemimetabóliou). Ako amfibický hmyz je larválne štádium viazané na vodné biotopy, kde prechádza 10 – 12 vývinovými štádiami (instarmi). Šidlo modré je druh so širokou ekologickou valenciou a vyznačuje sa značným stupňom adaptability na rôzne typy biotopov. Jeho výskyt a vývin sú viazané aj na dočasné (temporálne) stanovišťa, vzniknuté antropickou činnosťou, napr. záhradné jazierka, zaplavené vybagrované jamy (štrkoviská, pieskovne, hliniská), vegetáciou zarastené vodné nádrže a podobne. Vyskytuje sa v celej Európe s výnimkou najsevernejších (najchladnejších) oblastí, aj keď možno pozorovať v posledných desaťročiach expanziu na sever. Z veľkej prispôsobivosti druhu na rôzne habitáty predpokladáme, že vplyv prostredia sa bude odrážať v genotype aj fenotype druhu.

Morfometrické údaje pre *Aeshna cyanea* sú uvedené v monografických publikáciách o vážkach a určovacích kľúčoch. HEIDEMAN a SEIDENBUSCH (1993) a ASKEW (1988) uvádzajú dĺžku tela lariev finálnych vývinových štádií a exúvií väčšiu ako 38,0 mm. STERNBERG a BUCHWALD (2000) uvádzajú dĺžku tela larvy *A. cyanea* až do 45,0 mm, HANEL a ZELENÝ (2000) až do dĺžky 48,0 mm. Pre exúvie publikuje KUNZ (2006) dĺžku tela v rozmedzí 36,3 – 44,0 mm, šírku hlavovej kapsuly 7,3 – 8,0 mm, dĺžku stehna 6,60 – 8,0 mm. V uvedenej práci sú údaje aj pre imága, napr. dĺžka tela, šírka hlavovej kapsuly, dĺžka stehna, rozpätie krídiel. Okrem toho sú viaceré morfometrické údaje uvedené aj v prácach o predácii lariev vážok (dĺžka tela larvy, dĺžka masky (labium), šírka hlavy). Napr. PEROUTKA (2010) skúmal veľkosť lariev vo vzťahu ku kanibalizmu. Uvádza dĺžku tela lariev *A. cyanea* 38,0 – 45,0 mm. Morfometriou posledných instarov 8 druhov lariev vážok podradu Anisoptera sa zaoberali HAWKING a NEW (1996). Na larvách merali napr. šírku masky, dĺžku stehna a krídlových pošiev, pričom do korelačných vzťahov dávali napr. šírku masky a dĺžku stehna alebo dĺžku krídlovej pošvy. Na štatisticky veľkej vzorke 920 jedincov z 8 lokalít v Taliansku merali na larválnych instaroch *A. cyanea* 5 morfometrických znakov GORETTI et al. (2001). Na štatistické korelačné analýzy použili dĺžku stehnovej časti nohy (metafemur) a dĺžku prednej krídlovej pošvy (forewing-pad), alebo šírku hlavovej kapsuly a dĺžku metafemuru. Vo výsledkoch sú uvádzané maximálne hodnoty pre dĺžku tela 52,0 mm a šírku hlavovej kapsuly 8,45 mm.

Z územia Slovenska neboli doposiaľ publikované morfometrické údaje o vážkach s výnimkou bakalárskej práce GAJDOŠOVEJ (2011) spracovanej KUBOVČÍKOM et al. (2012). Morfometrická analýza bola využitá pre vymedzenie vývinových instarov *A. cyanea* pochádzajúcich zo štiavnických tajchov. Uvádzané sú priemerné hodnoty pre dĺžku tela (24 – 27,5 mm), dĺžku análnej pyramídy (3,5 – 3,9 mm), šírku hlavovej kapsuly (6,5 – 6,9 mm), pravú zadnú krídlovú pošvu (5,2 – 6,1 mm) a pravú prednú holeň (4,4 – 4,5 mm).

## MATRIÁL A METÓDY

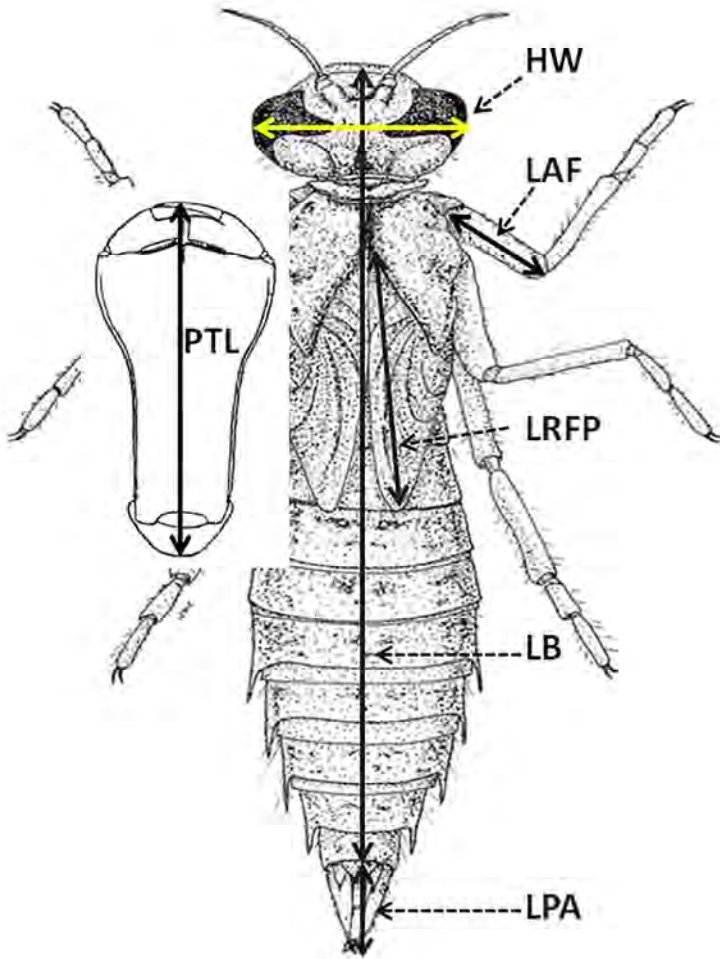
Na exúviách (zvlčkách) *A. cyanea*, pochádzajúcich z 6 lokalít zo Slovenska, bolo meraných 6 štandardných morfometrických znakov (tab. 1, obr. 1). Exúvie *Aeshna cyanea*, u ktorých bolo určené pohlavie, boli zahrnuté do štatistického súboru na analýzu (N = 87 jedincov, 35♂, 52♀). Skratky pre morfometrické parametre sú použité podľa prác GIACOMINI, de MARCO (2008) a GORETTI et al. (2001). Typy biotopov lokalít vážok, použitých na morfometrický výskum, boli hodnotené podľa RUŽIČKOVEJ et al. (1996).

**Tabuľka 1.** Merané morfometrické štruktúry exúvií šidla modrého.

**Table 1.** Measured morphometric characters of exuviae of the *Aeshna cyanea*.

Morfometrická štruktúra					
1. LB	dĺžka tela po privesok	(D)	4. HW	šírka hlavovej kapsuly	(D)
2. LPA	dĺžka análnej pyramídy	(D)	5. PTL	dĺžka masky	(V)
3. LRFP	dĺžka pravej prednej krídl. pošvy	(D)	6. LAF	dĺžka prav. pred. stehna	(V)

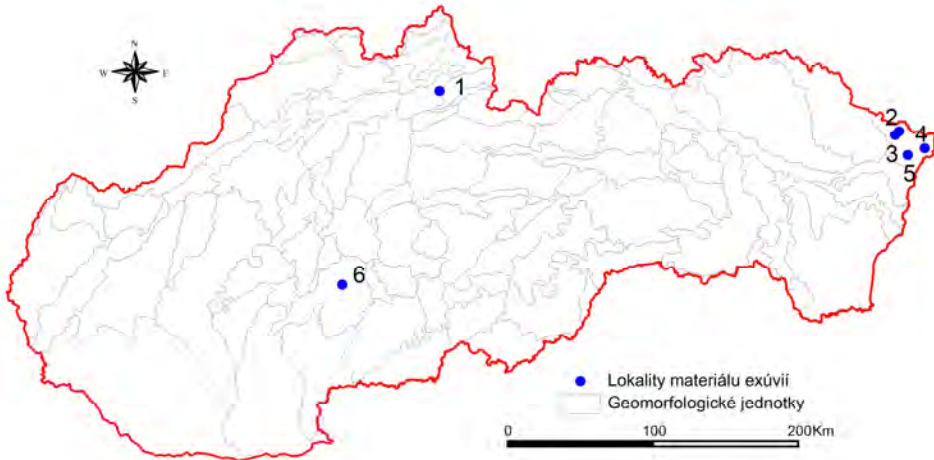
Vysvetlivky: LB- length of body (dĺžka tela), LPA- length of pyramid anal (dĺžka análnej pyramídy), PTL- prementum total length (dĺžka masky), LAF- length of anterior femur (dĺžka stehna), HW- head width (šírka hlavovej kapsuly), LRFP- length of right forewing-pad (dĺžka pravej prednej pošvy); (V)- ventrálna (brušná) strana, (D)- dorzálna (chrbtová strana).



**Obrázok 1.** Merané morfometrické znaky exúvií *Aeshna cyanea*.

**Figure 1.** Characters used in the morphometric analysis of the *Aeshna cyanea* (see tab. 1 for definition of the morphometric characters).

Materiál bol zberaný v rámci faunistického, resp. faunisticko-ekologického výskumu v rokoch 1999 až 2010 (leg. S. David, K. Janeková, det. S. David, coll. S. David, ÚKE SAV, pobočka Nitra). Merané exúvie boli zberané na 6 lokalitách na Slovensku (obr. 2).



**Obrázok 2.** Lokality zberu exúvií pre morfometrické vyšetrenie.

**Figure 2.** The total of 87 exuviae individuals were collected from 6 localities in Slovakia.

- lokalita č. 1- Dlhá nad Oravou (49°16'5.02" s. z. š., 19°27'50" v. z. d., typ biotopu: zaplavený lom v inundačnom území riek, DFS- 6782B4, 480 m n. m.). Materiál: 26. 07. 2009- 3♂ 3♀, 04.07.2010- 1♀ 1♂, 16.07.2010- 12♂ 13♀, 01.08.2010- 2♂ 9♀, 08.08.2010- 1♂ 3♀, lgt. K. Janeková
- lokalita č. 2 Ruské-Sihla PR (49°6'15.1"s. z. š., 22°20'4.48" v. z. d., typ biotopu: hlinitá jama – kráter po bombe, 68100C3, 470 m n. m.). Materiál: 20. 07. 1999- 2♂ 2♀, 08.08.1999- 7♂ 5♀, lgt. S. David
- lokalita č. 3 Veľká Poľana (49°5'20.27" s. z. š., 22°18'31.34" v. z. d., typ biotopu: materiálové jamy štrkovisko, 6999B2, 390 m n. m.). Materiál: 10.08.1999- 4♀, lgt. S. David
- lokalita č. 4 Zboj (49°2'0.92" s. z. š., 22°29'30.36" v. z. d., typ biotopu: hlinitá jama - liehnisko žiab, 69101C1, 362 m n. m.). Materiál: 03.07.2009- 2♀, lgt. S. David
- lokalita č. 5 Kolbasov (49°0'24.17" s. z. š., 22°23'5.38" v. z. d, typ biotopu: hlinitá jama - skládka, 69100C4, 308 m n. m.). Materiál: 30.06.2012- 6♂ 3 ♀, lgt. S. David
- lokalita č. 6 Banská Štiavnica (48°28'2.05" s. z. š., 18°53'19.8" v. z. d, typ biotopu: MVN – tajchy, 7579A4, 733 m n. m.). Materiál: 06.07.2008- 1♂ 7♀.

Exúvie *Aeshna cyanea* boli merané posuvným digitálnym meradlom s presnosťou 0,01 mm za pomoci binokulárnej lupy. Každý rozmer bol zmeraný trikrát, do spracovania sa použil aritmetický priemer ( $\bar{x}$ ). Pri každom jedincovi je určené pohlavie, pokiaľ nebola poškodená časť tela exúvie, determinujúca pohlavie. Exúvie (zvlčky) predstavujú záverečné (nulové, F0) dobre ohraničené vývojové štádium larvy, ku ktorému môžeme vzťahovať namerané dáta. Z dôvodu ojedinelého poškodenia zvlčiek nebolo možné zmerať niektoré morfometrické parametre, preto počet zmeraných štruktúr nie je vždy 87. Pre štatistickú analýzu bol použitý program Statistika Cz. ver. 7.0 (STATSOFT 2004). Hodnotenie bolo osobitne pre samcov a samice zamerané na:

- test zastúpenia pohlavia exúvií
- deskriptívnu štatistiku
- testovanie normality dát
- testovanie odchýlok od priemerných hodnôt podľa pohlavia
- testovanie korelačného vzťahu meraných znakov.

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

Morfometrickému vyšetreniu sa podrobilo 35♂ a 52♀ (N = 87), merané štruktúry sa vyhodnocovali osobitne pre samce a samice. Z dôvodu poškodenia sa pre všetkých 87 jedincov nemohol zmerať znak: č. 1 (N = 69, 29♂ 40♀), č. 3 (N = 80, 31♂ 49♀), č. 4 (N = 70, 25♂ 45♀), č. 5 (N = 74, 30♂ 44♀) a č. 6 (N = 82, 33♂, 49♀).

### Zastúpenie samcov a samíc

Testovali sme hypotézu o rovnosti pohlaví (zastúpení samcov a samíc) v našom materiáli pomocou Chi-Kvadrát testu. Nulová hypotéza znie  $H_0$ : v testovanej vzorke exúvií *A. cyanea* nie je rozdiel v počte samcov a samíc, oproti alternatívnej hypotéze  $H_1$ : v testovanej vzorke je rozdiel v počte samcov a samíc (rovnaký počet samcov a samíc). Výsledok testu Chi-Kvadrát = 3,32184, df = 1,  $p < 0,06837 \Rightarrow$  pre 95 % hladinu štatistickej významnosti ( $p_\alpha = 0,05$ ) platí, keď  $p > p_\alpha$  nemôžeme zamietnuť  $H_0$  na hladine významnosti 95 %. Teda v hodnotenej vzorke exúvií nie je štatisticky preukázateľný rozdiel v zastúpení samcov a samíc.

### Popisné štatistiky

Analýza 6 meraných morfometrických štruktúr exúvií samcov a samíc *A. cyanea* potvrdila niekoľko rozdielov medzi pohlavím exúvií (tab. 2).

**Tabuľka 2.** Výsledky deskriptívnej štatistiky samcov a samíc exúvií *Aeschna cyanea*.  
**Table 2.** The results of the descriptive statistics of both sexes of exuvia *Aeschna cyanea*.

Znak Pohlavie	1 - LB		2 - LPA		3 - PTL		4 - LAF		5 - HW		6 - LRFP	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Stredná hodnota	36,89	37,99	4,88	4,94	9,00	9,09	6,34	6,23	8,00	8,04	9,26	9,50
Chyba str. hodnoty	0,35	0,32	0,06	0,04	0,07	0,05	0,13	0,09	0,04	0,06	0,14	0,07
Medián	37,06	38,40	4,85	4,95	8,98	9,05	6,42	6,32	7,95	7,99	9,47	9,49
Smer. odchýlka	1,88	2,04	0,33	0,26	0,39	0,33	0,66	0,62	0,22	0,37	0,78	0,47
Rozptyl výberu	3,53	4,18	0,11	0,07	0,15	0,11	0,44	0,38	0,05	0,14	0,61	0,23
Minimum	33,03	32,96	4,38	4,09	8,19	8,47	5,01	4,19	7,58	7,26	5,85	8,38
Maximum	41,34	42,90	5,55	5,38	9,75	9,76	7,49	7,35	8,65	9,75	10,41	10,87
Počet	29	40	35	52	31	49	25	45	30	44	33	49
Hlad. spofahl. (95.0%)	0,71	0,65	0,11	0,07	0,14	0,09	0,27	0,19	0,08	0,11	0,28	0,14

Vysvetlivky: LB – dĺžka tela, LPA – dĺžka análnej pyramídy, PTL – dĺžka masky, LAF – dĺžka stehna, HW – šírka hlavovej kapsuly, LRFP – dĺžka pravej prednej pošvy; (V) – ventrálna (brušná) strana, (D) – dorzálna (chrbtová strana).

Pri porovnaní stredných hodnôt (aritmetického priemeru), mediánu a aj maximálnych hodnôt morfometrických znakov medzi pohlaviami exuvií *A. cyanea* dosahovali samice vyššie hodnoty pre znaky LB, LPA a LRFP. U samcov boli vyššie hodnoty u dĺžky pravého stehna (LAF). Dĺžka masky (PTL) a šírka hlavy (HW) sa výrazne nelíšia. Najnižšia smerodajná odchýlka (čo súvisí s presnosťou merania) je u samcov pri znaku šírka hlavy (0,22) a dĺžka análnej pyramídy (0,33). U samíc to je taktiež dĺžka análnej pyramídy (0,26) a dĺžka masky (0,33). Najvyšší počet jedincov bolo zmeraných pri znaku LPA (35♂, 52♀), najnižší počet bol zmeraný u znaku LB (29♂, 40♀). Porovnanie našich údajov s publikovanými údajmi uvádzame v tab. 3.

**Tabuľka 3.** Hodnoty morfometrických štruktúr *Aeshna cyanea* podľa uvedenej literatúry.

**Table 3.** The comparison of the morphometric analysis of the *Aeshna cyanea* exuviae from different literature sources.

Meraná štruktúra	Hodnoty (mm)	Publikované in	Ábelová, David (in lit.) (mm)	
			♂	♀
Dĺžka tela	až do 45	STERNERG & BUCHWALD (2000)	36,89 max. 41,34	37,99 max. 2,90
	väčšia ako 38	ASKEW (1988)		
	38 - 45	PEROUTKA (2010)		
	až 48	HANEL & ZELENÝ (2000)		
	max. 43,50; $\emptyset$ 24 <sup>1</sup> max. 36,5; $\emptyset$ 27,50 <sup>2</sup>	GAJDOŠOVÁ (2011)		
	max. 52	GORETTI et al. (2001)		
	36,3 - 40	KUNZ (2006)		
	exuvie 40 - 48	KOHL (2003)		
Dĺžka análnej pyramídy	max. 10; $\emptyset$ 3,50 <sup>1</sup> max. 8,10; $\emptyset$ 3,90 <sup>2</sup>	GAJDOŠOVÁ (2011)	4,88 max. 5,55	4,94 max. 5,38
Šírka hlavovej kapsuly	max. 37; $\emptyset$ 6,50 <sup>1</sup> max. 11; $\emptyset$ 3,90 <sup>2</sup>	GAJDOŠOVÁ (2011)	8,00 max. 8,65	8,04 max. 9,75
	max. 9,40	GORETTI et al. (2001)		
	7,30 - 8	KUNZ (2006)		
Pravá zadná krídlová pošva	max. 37; $\emptyset$ 5,20 <sup>1</sup> max. 13; $\emptyset$ 6,10 <sup>2</sup>	GAJDOŠOVÁ (2011)	-	-
Predná krídlová pošva	max. 10,95	GORETTI et al. (2001)	9,26 max. 10.41	9,50 max. 10.87
Pravá predná holeň	max. 3,70; $\emptyset$ 4,50 <sup>1</sup> max. 7,50; $\emptyset$ 4,40 <sup>2</sup>	GAJDOŠOVÁ (2011)	-	-
Metafemur (stehno)	max. 8,45	GORETTI et al. (2001)	6,34 max. 7,49	6,23 max. 7,35
	6,60 - 8	KUNZ (2006)		
Dĺžka masky	max. 9,040	GORETTI et al. (2001)	9,00 max. 9,75	9,09 max. 9,76
	7,70 - 9,20	KUNZ (2006)		

Vysvetlivky: GAJDOŠOVÁ (2011) – <sup>1</sup> Malá vodárenská nádrž, <sup>2</sup> Červená studňa

### Test normality nameraných dát

Pre overenie normality zmeraných dát sme v programe Statistika zvolili Shapiro-Wilkov W test (S-W) a neparametrický test Kolmogorova-Smirnovova (K-S) a jeho varianty Lillieforsov test. Testovali sme hypotézu:  $H_0$ : náhodný výber pochádza zo súboru s normálnym rozdelením. Keď platí, že  $p > p_\alpha \Rightarrow$  nemôžeme zamietnuť  $H_0$  na hladine významnosti 95 % ( $p_\alpha = 0,05$ ). Z tabuliek početností sme vybrali len prehľadné výsledky testovania bez histogramov. Výsledky testovania normality rozloženia dát pre:

#### Samce

Dĺžka tela: K-S  $d = 0,13906$ ,  $p > 0,20$ ; Lilliefors  $p < 0,15$ ; S-W = 0,96252,  $p < 0,37861$

Dĺžka prívěsku: K-S  $d = 0,08841$ ,  $p > 0,20$ ; Lilliefors  $p > 0,20$ ; S-W = 0,96139,  $p < 0,25164$

Dĺžka krídl. pošvy: K-S  $d = 0,23258$ ,  $p < 0,05$ ; Lilliefors  $p < 0,01$ ; S-W = 0,70734,  $p^{***} < 0,00000$

Šírka hlavy: K-S  $d = 0,12568$ ,  $p > 0,20$ ; Lilliefors  $p > 0,20$ ; S-W = 0,95079,  $p < 0,17753$

Dĺžka masky: K-S  $d = 0,09995$ ,  $p > 0,20$ ; Lilliefors  $p > 0,20$ ; S-W = 0,97344,  $p < 0,61797$

Dĺžka prav. stehna: K-S  $d = 0,06790$ ,  $p > 0,20$ ; Lilliefors  $p > 0,20$ ; S-W = 0,98310,  $p < 0,93883$ .

#### Samice

Dĺžka tela: K-S  $d = 0,13754$ ,  $p > 0,20$ ; Lilliefors  $p < 0,10$ ; S-W = 0,98493,  $p < 0,86233$

Dĺžka prívěsku: K-S  $d = 0,07852$ ,  $p > 0,20$ ; Lilliefors  $p > 0,20$ ; S-W = 0,93581,  $p^* < 0,00760$

Dĺžka krídl. pošvy: K-S  $d = 0,10266$ ,  $p > 0,20$ ; Lilliefors  $p > 0,20$ ; S-W = 0,97187,  $p < 0,28697$

Šírka hlavy: K-S  $d = 0,10976$ ,  $p > 0,20$ ; Lilliefors  $p > 0,20$ ; S-W = 0,83524,  $p^{***} < 0,00002$

Dĺžka masky: K-S  $d = 0,08288$ ,  $p > 0,20$ ; Lilliefors  $p > 0,20$ ; S-W = 0,97435,  $p < 0,35720$

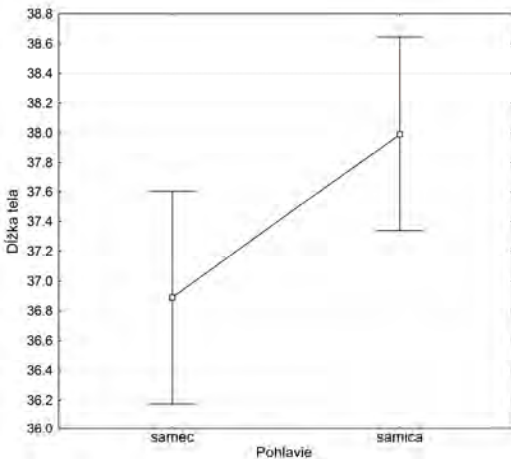
Dĺžka prav. stehna: K-S  $d = 0,11462$ ,  $p > 0,20$ ; Lilliefors  $p < 0,15$ ; S-W = 0,95894,  $p < 0,11125$

U samcov sme porušenie normality dát (vyznačené kurzívou) zistili u dĺžky krídlovej pošvy, u samíc to je dĺžka abdominálneho prívěsku a šírka hlavy. Príčinou môže byť nepresnosť meraní, u šírky hlavy samíc aj z dôvodu poškodenia exúvie a aj menší počet nameraných hodnôt (z 52 len 44 meraných exúvií). Ďalšie dôvody sme neskúmali, pri ďalšom spracovaní dát by bolo potrebné identifikovať oddialené hodnoty a ich pôvod.

### Testovanie odchýlok od priemerných hodnôt podľa pohlavia

Zisťovali sme, či sa odlišujú priemerné hodnoty meraných morfometrických znakov podľa pohlavia. Použili sme 2D grafy priemerov s odchýlkami, pomocou Kruskal-Wallisovho testu a F testu analýzy variancií (Anova) s výpočtom  $p$  hodnoty. Testovali sme hypotézu:  $H_0$ : priemery morfometrických znakov sa medzi pohlavím nelíši. Keď platí, že  $p > p_\alpha \Rightarrow$  nemôžeme zamietnuť  $H_0$  na hladine štatistickej významnosti 95 %. Výsledky testovania uvádzame v skrátenej forme, bez grafického zobrazenia (štatisticky významná odchýlka je vyznačená kurzívou):

Dĺžka tela: KW-H (1;69) = 5,0854;  $p^* = 0,0241$ ; F (1;67) = 5,2209;  $p^* = 0,0255$   
Dĺžka prívresku: KW-H (1;87) = 1,6636;  $p = 0,1971$ ; F (1;85) = 0,917;  $p = 0,3410$   
Dĺžka krídl. pošvy: KW-H (1;82) = 1,6784;  $p = 0,1951$ ; F (1;80) = 3,097;  $p = 0,0823$   
Šírka hlavy: KW-H (1;74) = 0,2347;  $p = 0,6280$ ; F (1;72) = 0,2542;  $p = 0,6157$   
Dĺžka masky: KW-H (1;80) = 0,7901;  $p = 0,3741$ ; F (1;78) = 1,1782;  $p = 0,2811$   
Dĺžka prav. stehna: KW-H (1;70) = 0,2909;  $p = 0,5897$ ; F (1;68) = 0,4852;  $p = 0,4884$



Na hladine štatistickej významnosti 95 % ( $p^*$ ) sme potvrdili významnú odchýlku v dĺžke tela medzi pohlavím exúvií *A. cyanea*, pozri graf priemeru zoskupený podľa pohlavia, F test-  $p = 0,0255$ , resp. KW-H-  $p = 0,0255$  (obr. 3). Priemerné (stredné) hodnoty pre tento znak boli u  $\sigma$  36,89 a u  $\text{♀}$  37,99 (tab. 2).

**Obrázok 3.** Štatisticky významná odchýlka dĺžky tela exúvií *Aeshna cyanea*.

**Figure 3.** The results of F and KW-H tests between the body size of male and female exuviae of *Aeshna cyanea* confirmed the statistically significant differences.

### Korelačná analýza morfometrických znakov exúvií *Aeshna cyanea*

Morfomerické znaky dĺžka stehna, dĺžka krídlovej pošvy, dĺžka tela a šírka hlavy sa používa pre stanovenie vývinových instarov u vážok šidla modrého (GAJDOŠOVÁ 2011, GORETTI et al. 2001, KUBOVČÍK et al. 2012). Preto sme testovali závislosť (koreláciu) medzi týmito znakmi na našom materiáli. Stanovili sme hypotézu:  $H_0$ : dĺžka tela a dĺžka krídlovej pošvy sú u oboch pohlaví na sebe nezávislé (neexistuje medzi nimi lineárny vzťah). Keď platí, že  $p > p_\alpha \Rightarrow$  nemôžeme zamietnuť  $H_0$  na hladine štatistickej významnosti 95 %. Výsledky korelačnej analýzy opäť uvádzame v skrátenej forme (grupovacia premenná je pohlavie):

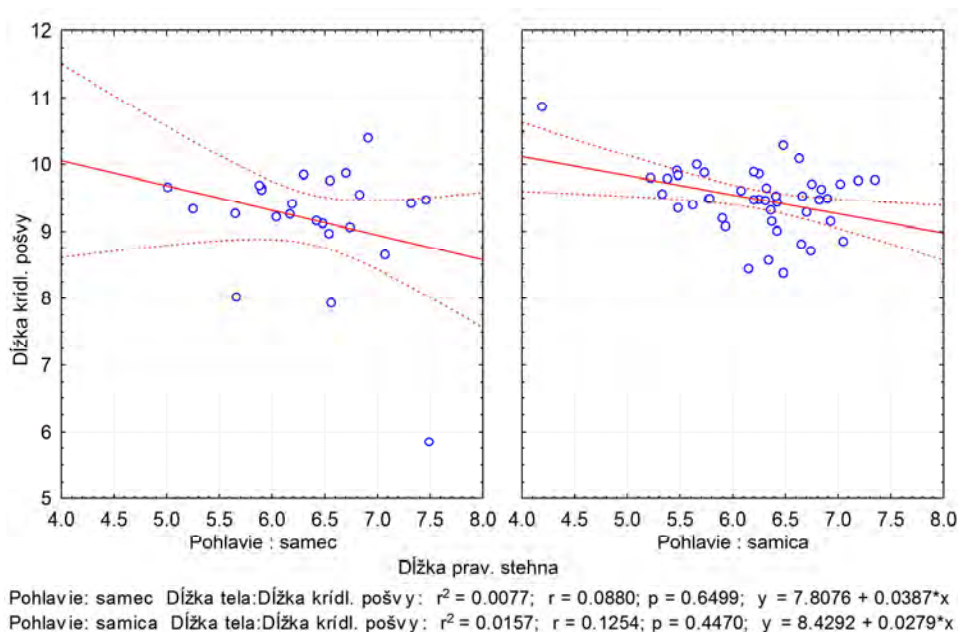
Šírka hlavy x dĺžka krídlovej pošvy: samec-  $y = 11,9865 - 0,3401 \cdot x$ ,  $r = -0,0929$ ,  $R^2 = 0,0086$ ,  $p = 0,6254$ ; samica-  $y = 8,6484 + 0,1097 \cdot x$ ,  $r = 0,0872$ ,  $R^2 = 0,0076$ ,  $p = 0,5782$ .

Šírka hlavy x dĺžka pravého stehna: samec-  $y = -3,0522 + 1,1735 \cdot x$ ,  $r = 0,3967$ ,  $R^2 = 0,1574$ ,  $p = 0,0675$ ; samica-  $y = 6,8045 - 0,0778 \cdot x$ ,  $r = -0,0511$ ,  $R^2 = 0,0026$ ,  $p = 0,7573$ .

Dĺžka pravého stehna x dĺžka krídlovej pošvy: samec-  $y = 11,5329 - 0,3698 \cdot x$ ,  $r = -0,2684$ ,  $R^2 = 0,0720$ ,  $p = 0,2048$ ; samica-  $y = 11,253 - 0,2842 \cdot x$ ,  $r = -0,3692$ ,  $R^2 = 0,1363$ ,  $p = 0,0137$ .



Výsledok pre koreláciu dĺžky tela a dĺžky krídlovej pošvy uvádzame v kategorizovanom grafe na obr. 4.



**Obrázok 4.** Kategorizovaný graf korelácie dĺžky tela a dĺžky krídlovej pošvy.

**Figure 4.** The categorized (according to sexes) 2D scatter plots present non-significant correlations between the length of body and the length of right forewing-pad.

Ani v jednom prípade sme nezamietli nulovú hypotézu, z analýzy je preto zrejmé, že korelované morfometrické znaky sú na sebe nezávislé, neplatí lineárna závislosť. Potvrdzujú to hodnoty Pearsonova korelačného koeficientu ( $r$ ) pre samcov a samice, ktoré sú blízke nule aj  $p$  hodnoty ( $p$ -value) v obrázku 3. Problematická je interpretácia koeficientu determinácie  $R^2$ . Hodnoty sú veľmi nízke, čo znamená, že model vysvetľuje málo variability hodnotených dát. Výsledkom však je, že pre stanovenie vývinových štádií (instarov) šidla modrého (vážok?) je použitie lineárnej korelačnej závislosti problematické. GORETTI et al. (2011) použil pre stanovenie vývinových instarov 920 jedincov *A. cyanea*, pre morfometrickú analýzu exúvií 95 jedincov, nerozlišuje však pohlavie. Vo výsledkoch uvádza u meraných znakov (dĺžka krídlovej pošvy, stehna, masky, tela a šírka hlavy) len priemerné hodnoty so smerodajnou odchýlkou a minimálnu a maximálnu hodnotu znaku. Iné výsledky štatistického vyšetrenia neuvádza. Obdobne spracovala materiál aj GAJDOŠOVÁ (2011), ktorej výsledky boli publikované v článku KUBOVČÍK et al. (2012). V prácach nie sú uvedené namerané hodnoty, umožňujúce dodatočnú štatistickú analýzu.

Na základe našich výsledkov odporúčame pri stanovovaní vývinových instarov, voltinismu, predácie, kanibalizmu lariev a významu habitatových premenných u *A. cyanea* (a všeobecne u vážok) získať reprezentatívnu štatistickú vzorku z náhodného výberu ( $n > 50$ ), pri rozlíšení pohlavia lariev (exúvií) – to použiť ako grupovaciu premennú, a uskutočniť štatistickú analýzu odchýlok od priemerných hodnôt (podľa pohlavia). Okrem uvedeného náš príspevok predstavuje významné doplnenie morfometrických charakteristík *A. cyanea* pochádzajúcich z územia Slovenska.

## SÚHRN

Morfometrickej analýze sme podrobili 87 (35♂, 52♀) exúvií šidla modrého (*Aeshna cyanea*). Exúvie pochádzajú zo 6 slovenských lokalít, ktoré predstavovali 5 typov biotopov. V štatistickom súbore ( $n = 87$ ) exúvií šidla modrého nebol preukazný rozdiel v zastúpení samcov a samíc ( $p = 0,0684$ ,  $p_{\alpha} = 0,05$ ). Štatisticky sme vyšetrili 6 štandardných morfometrických znakov: dĺžku tela, análnej pyramídy, masky, stehna, pravej prednej pošvy a šírku hlavovej kapsuly. Analýzou sa potvrdilo, že samice dosahujú vyššie priemerné hodnoty meraných znakov, okrem dĺžky pravého stehna. Korelačná analýza najčastejšie používaných morfometrických znakov v určovacích kľúčoch (dĺžka tela, dĺžka análnej pyramídy, dĺžka krídlovej pošvy, dĺžka stehna, dĺžka masky a šírka hlavy) nie je v našom materiáli lineárne korelovaná – a to u oboch pohlaví. Pri zostavovaní determináčnych pomôcok, výskumu vývinových larválnych štádií, voltinismu, predácie atď. je toto zistenie dôležité, potvrdzuje potrebu štatistického hodnotenia dát. Nami zistené údaje o morfometrických charakteristikách exúvií *A. cyanea* sú významné aj pre územie strednej Európy.

## POĎAKOVANIE

Štúdia vznikla s podporou projektu VEGA 1/0232/12: Súčasný stav využívania krajiny a zmeny kontaktných zón vodných plôch vo vzťahu k biodiverzite.

## LITERATÚRA

- ASKEW, R. R. 1988. *The Dragonflies of Europe*. Harley Books, Colchester, 291 s.
- GAJDOŠOVÁ, I. 2011. Spoločenstvá lariev vážok banskoštiavnických nádrží a životný cyklus druhu *Aeshna cyanea*, 38 s. (Bakalárska práca depon. in Katedra biológie a všeobecnej ekológie FEE Zvolen).

- GIACOMINI, H., C., DE MARCO, P. 2008. Larvar ecomorphology of 13 Libellulidae (Anisoptera, Odonata) of the Middle Rio Doce Valley, Minas Gerais, Brasil. *Braz. J. Biol.* 68(1): 211-219.
- GORETTI, E., CECCAGNOLI, D., LA PORTA, D., DI GIOVANNI, M., V. 2001. Larval development of *Aeshna cyanea* (Müller, 1764) (Odonata: Aeshnidae) in Central Italy. *Hydrobiologia* 457: 149–154.
- HANEL, L., ZELENÝ, J. 2000. *Vážky (Odonata), výzkum a ochrana*. ČSOP Vlašim, 240 s.
- HAWKING, J., H., NEW, T., R., 1996. The development of dragonfly larvae (Odonata: Anisoptera) from two streams in north-eastern Victoria, Austria. *Hydrobiologia* 317: 13-30.
- HEIDEMANN, H., SEIDENBUSCH, R. 1993. *Die Libellenlarven Deutschland und Frankreich. Handbuch für Exuviansammler*. Bauer, Keltern, 391 s.
- KOHL, S. 2003. *Určovací klíč exuvií evropských druhů vážek (Odonata) podřádu Anisoptera*. ČSOP Vlašim, 29 s.
- KUBOVČÍK, V., GAJDOŠOVÁ, I., ŠULÁKOVÁ, M., SVITOK, M. 2012. Vážky (Odonata) Malej vodárenskej nádrže a životný cyklus *A. cyanea*. *Folia Faunistica Slovaca* 17 (3): 297-303.
- KUNZ, B. 2006. Eine biometrische daten von univoltinen *Aeshna cyanea*. *Mercuriale* 6: 33-36.
- PEROUTKA, M. 2010. Jak významné jsou kanibalismus a intraguild predace ve společenstvech vodního hmyzu?, 33 s. (Bakalárka práce depon. in PŘF Jihočeská univerzita České Budějovice).
- RUŽIČKOVÁ, H., HALADA, Ľ., JEDLIČKA, L., KALIVODOVÁ, E. 1996. *Biotopy Slovenska*. Ústav krajinnnej ekológie SAV, Bratislava, 192 s.
- STATSOFT, INC. 2004. STATISTICA Cz [Softwarový systém na analýzu dat], verze 7. [www.StatSoft.Cz](http://www.StatSoft.Cz).
- STERNBERG, K., BUCHWALD, R. (eds.) 2000. *Die Libellen Baden – Württembergs*, Bd. 1.: Allgemeiner Teil Kleinlibellen (Zygoptera), 468 s., Bd. 2: Goroßlibellen (Anisoptera), Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart, 712 s.