



UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET
DEPARTMAN ZA BIOLOGIJU
I EKOLOGIJU



Ačanski Jelena

**Taksonomija i distribucija vrsta roda *Merodon* (Meigen,
1803) (Diptera: Syrphidae) u Palearktiku**

-doktorska disertacija-

Novi Sad, 2016.

Predgovor

Istraživanja obuhvaćena ovom doktorskom disertacijom su deo projekata "Laboratorije za istraživanje i zaštitu biodiverziteta" Departmana za biologiju i ekologiju, Prirodno-matematičkog fakulteta, Univerziteta u Novom Sadu. Ova disertacija predstavlja nastavak istraživanja započetih diplomskim i master radom koji su kao i disertacija vođeni pod mentorstvom prof. dr Snežane Radenković.

Eksperimentalni deo doktorske disertacije je urađen u okviru projekata Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije: "Konzervaciona strategija za očuvanje zaštićenih i strogo zaštićenih vrsta u Srbiji - osolike muve (Diptera: Syrphidae) kao model organizmi" (OI173002) i "Biosensing tehnologije i globalni sistem za kontinuirana istraživanja i integrisano upravljanje ekosistemima" (III43002).

Imala sam tu privilegiju i zadovoljstvo da tokom istraživačkog rada saradujem i učim od četiri vrhunska naučnika bogata znanjem, strpljenjem, poverenjem i entuzijazmom, prof. dr Smiljkom Šimić, prof. dr Anteom Vujić, prof. dr Snežanom Radenković i dr. Zoricom Nedeljković. Takođe, veliko hvala dugujem kolegama iz "Laboratorije za istraživanje i zaštitu biodiverziteta" na podršci i prijateljstvu.

Zahvaljujem se prof. dr. Ljubiši Stanisavljević na konstruktivnim sugestijama i korisnim savetima koji su doprineli poboljšanju kvaliteta ovog rada.

Veliko hvala dugujem dr Predragu Radišiću i dr Branku Šikopariji što su mi omogućili da u "Laboratoriji za palinologiju" fotografišem preparate za geometrijsko-morfometrijsku analizu.

Puno hvala svim kolegama koje su sakupile insekatski materijal.

Hvala mojim roditeljima što su negovali moju želju za učenjem, kao i Čiki, Olgi, Stojki i Slavi što su hranili moj istraživački duh.

Hvala Bojanu i mojim prijateljima na strpljenju i razumevanju.

Posvećeno svim borcima sa sindromom hroničnog umora.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1 Ciljevi istraživanja	5
2. PREGLED LITERATURE.....	7
2.1 Opšte karakteristike familije Syrphidae	7
2.2 Rod <i>Merodon</i> Meigen, 1803	9
2.2.1 <i>Merodon aureus</i> grupa.....	12
2.2.1.1 <i>Merodon aureus</i> podgrupa	15
2.2.1.2 <i>Merodon cinereus</i> podgrupa.....	15
2.2.1.3 <i>Merodon bessarabicus</i> podgrupa.....	16
2.2.1.4 <i>Merodon dobrogensis</i> podgrupa.....	18
2.2.1.5 <i>Merodon chalybeus</i> podgrupa	18
2.2.2 <i>Merodon nanus</i> grupa	20
2.2.3 <i>Merodon avidus</i> kompleks vrsta	21
2.2.4 <i>Merodon ruficornis</i> grupa.....	25
3. MATERIJAL I METODE	29
3.1 Materijal.....	29
3.1.1 Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila	30
3.1.1.1 <i>Merodon aureus</i> grupa	30
3.1.1.2 <i>Merodon nanus</i> grupa.....	31
3.1.1.3 <i>Merodon avidus</i> kompleks	31
3.1.2 Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika genitalnog aparata mužjaka	31
3.1.2.1 <i>Merodon aureus</i> grupa	31
3.1.2.2 <i>Merodon avidus</i> kompleks	32
3.1.3 Analiza distribucije i klimatskih profila vrsta vrsta roda <i>Merodon</i>	32
3.1.3.1 <i>Merodon aureus</i> grupa	32
3.1.3.2 <i>Merodon nanus</i> grupa.....	32
3.1.3.3 <i>Merodon avidus</i> kompleks	32
3.1.3.4 <i>Merodon ruficornis</i> grupa.....	33
3.2 Metode	34
3.2.1 Geometrijska morfometrija.....	34
3.2.1.1 Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila	34
3.2.1.2 Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika genitalnog aparata mužjaka.....	36
3.2.2 Analiza klimatskih profila vrsta roda <i>Merodon</i>	38
3.2.3 Analiza uticaja geografske distribucije i klimatskih faktora na promene oblika krila i surstila genitalnog aparata mužjaka istraživanih vrsta.....	41
3.2.4 Analiza distribucije i specijskog diverziteta analiziranih vrsta roda <i>Merodon</i>	41
4. REZULTATI	43
4.1 <i>Merodon aureus</i> grupa	43
4.1.1 <i>Merodon aureus</i> podgrupa.....	43
4.1.1.1 Analiza oblika krila <i>Merodon aureus</i> podgrupe	43
4.1.1.2 Analiza oblika surstila genitalnog aparata mužjaka <i>Merodon aureus</i> podgrupe	44
4.1.1.3 <i>Merodon aureus</i> kompleks.....	46
4.1.1.3.1 Analiza oblika krila <i>Merodon aureus</i> kompleksa	46
4.1.1.3.2 Analiza klimatskih profila vrsta <i>Merodon aureus</i> kompleksa.....	48
4.1.1.3.3 Analiza uticaja geografske distribucije i klimatskih faktora na promene oblika krila vrsta iz <i>Merodon aureus</i> kompleksa.....	51
4.1.1.4 <i>Merodon unicolor</i> kompleks	52
4.1.1.4.1 Analiza oblika krila <i>Merodon unicolor</i> kompleksa.....	52
4.1.2 <i>Merodon cinereus</i> podgrupa	53
4.1.2.1 Analiza oblika krila taksona <i>Merodon cinereus</i> podgrupe	53
4.1.2.2 Analiza oblika surstila genitalnog aparata mužjaka taksona <i>Merodon cinereus</i> podgrupe	55
4.1.2.3 <i>Merodon atratus</i> kompleks.....	57
4.1.2.3.1 Analiza oblika krila <i>Merodon atratus</i> kompleksa.....	57

4.1.2.3.2	Analiza oblika surstila genitalnog aparata mužjaka <i>Merodon atratus</i> kompleksa ...	60
4.1.2.3.3	Analiza klimatskih profila vrsta <i>Merodon atratus</i> kompleksa	61
4.1.2.3.4	Analiza uticaja geografske distribucije i klimatskih faktora na promene oblika krila i surstila vrsta iz <i>Merodon atratus</i> kompleksa.....	64
4.1.2.4	<i>Merodon cinereus</i> kompleks	65
4.1.2.4.1	Analiza oblika krila <i>Merodon cinereus</i> kompleksa.....	65
4.1.2.4.2	Analiza oblika surstila genitalnog aparata mužjaka <i>Merodon cinereus</i> kompleksa .	67
4.1.2.4.3	Analiza klimatskih profila vrsta <i>Merodon cinereus</i> kompleksa	69
4.1.2.4.4	Analiza uticaja geografske distribucije i klimatskih faktora na promene oblika krila i surstila vrsta iz <i>Merodon cinereus</i> kompleksa.....	72
4.1.2.5	<i>Merodon caerulescens</i> kompleks	72
4.1.2.5.1	Analiza oblika krila <i>Merodon caerulescens</i> kompleksa.....	72
4.1.3	<i>Merodon bessarabicus</i> podgrupa.....	74
4.1.3.1	Analiza oblika krila taksona <i>Merodon bessarabicus</i> podgrupe	74
4.1.3.2	Analiza oblika surstila genitalnog aparata mužjaka taksona <i>Merodon bessarabicus</i> podgrupe	76
4.1.3.3	<i>Merodon ambiguus</i> kompleks	78
4.1.3.3.1	Analiza oblika krila <i>Merodon ambiguus</i> kompleksa.....	78
4.1.3.3.2	Analiza klimatskih profila vrsta <i>Merodon ambiguus</i> kompleksa	80
4.1.3.3.3	Analiza uticaja geografske distribucije i klimatskih faktora na promene oblika krila i surstila vrsta iz <i>Merodon ambiguus</i> kompleksa.....	82
4.1.3.4	<i>Merodon bessarabicus</i> kompleks	83
4.1.3.4.1	Analiza oblika krila <i>Merodon bessarabicus</i> kompleksa	83
4.1.3.4.2	Analiza klimatskih profila vrsta <i>Merodon bessarabicus</i> kompleksa.....	84
4.1.3.5	<i>Merodon luteomaculatus</i> kompleks.....	85
4.1.3.5.1	Analiza oblika krila <i>Merodon luteomaculatus</i> kompleksa	85
4.1.3.5.2	Analiza oblika surstila genitalnog aparata mužjaka <i>Merodon luteomaculatus</i> kompleksa	89
4.1.3.5.3	Analiza klimatskih profila vrsta <i>Merodon luteomaculatus</i> kompleksa	91
4.1.3.5.4	Analiza uticaja geografske distribucije i klimatskih faktora na promene oblika krila i surstila vrsta iz <i>Merodon luteomaculatus</i> kompleksa.....	94
4.1.3.6	<i>Merodon sapphous</i> kompleks	94
4.1.3.6.1	Analiza oblika krila <i>Merodon sapphous</i> kompleksa	94
4.1.3.6.2	Analiza oblika surstila genitalnog aparata mužjaka <i>Merodon sapphous</i> kompleksa	96
4.1.3.6.3	Analiza klimatskih profila vrsta <i>Merodon sapphous</i> kompleksa	98
4.1.3.6.4	Analiza uticaja geografske distribucije i klimatskih faktora na promene oblika krila i surstila vrsta iz <i>Merodon sapphous</i> kompleksa	99
4.1.4	<i>Merodon dobrogensis</i> podgrupa	100
4.1.4.1	Analiza oblika krila taksona <i>Merodon dobrogensis</i> podgrupe	100
4.1.4.2	Analiza klimatskih profila vrsta <i>Merodon dobrogensis</i> podgrupe.....	102
4.1.4.3	Analiza uticaja geografske distribucije i klimatskih faktora na promene oblika krila vrsta iz <i>Merodon dobrogensis</i> podgrupe	104
4.1.5	<i>Merodon chalybeus</i> podgrupa.....	105
4.1.5.1	Analiza oblika krila taksona <i>Merodon chalybeus</i> podgrupe	105
4.1.5.2	Analiza oblika surstila genitalnog aparata mužjaka taksona <i>Merodon chalybeus</i> podgrupe ..	108
4.1.5.3	Analiza klimatskih profila vrsta <i>Merodon chalybeus</i> podgrupe	110
4.1.5.4	Analiza uticaja geografske distribucije i klimatskih faktora na promene oblika krila i surstila vrsta iz <i>Merodon chalybeus</i> podgrupe	113
4.2	<i>Merodon nanus</i> grupa	115
4.2.1	Analiza oblika krila taksona <i>Merodon nanus</i> grupe.....	115
4.2.1.1	Analiza oblika krila mužjaka vrsta <i>Merodon nanus</i> grupe	115
4.2.1.2	Analiza oblika krila ženki vrsta <i>Merodon nanus</i> grupe	118
4.2.1.3	Intraspecijska varijabilnost vrsta <i>Merodon nanus</i> grupe	122
4.2.1.3.1	Intraspecijska varijabilnost vrste <i>Merodon kopensis</i>	122
4.2.1.3.2	Intraspecijska varijabilnost vrste <i>Merodon nanus</i>	123
4.2.1.3.3	Intraspecijska varijabilnost vrste <i>Merodon neonanus</i>	124
4.2.1.3.4	Intraspecijska varijabilnost vrste <i>Merodon rasicus</i>	125
4.2.1.3.5	Intraspecijska varijabilnost vrste <i>Merodon telmateia</i>	126
4.2.2	Analiza klimatskih profila vrsta <i>Merodon nanus</i> grupe.....	127
4.2.3	Analiza uticaja geografske distribucije i klimatskih faktora na promene oblika krila vrsta iz <i>Merodon nanus</i> grupe.....	130

4.3 <i>Merodon avidus</i> kompleks	131
4.3.1 Analiza oblika krila <i>Merodon avidus</i> kompleksa.....	131
4.3.1.1 Analiza varijabilnosti oblika krila populacija <i>Merodon avidus</i> kompleksa.....	133
4.3.2 Analiza oblika surstila genitalnog aparata mužjaka <i>Merodon avidus</i> kompleksa.....	133
4.3.3 Analiza klimatskih profila vrsta <i>Merodon avidus</i> kompleksa.....	135
4.3.4 Analiza uticaja geografske distribucije i klimatskih faktora na promene oblika krila i surstila vrsta <i>Merodon avidus</i> kompleksa.....	138
4.4 <i>Merodon ruficornis</i> grupa	139
4.4.1 Analiza klimatskih profila vrsta <i>Merodon ruficornis</i> grupe.....	139
4.4.1.1 Prvi klaster morfološki blisko srodnih vrsta <i>Merodon ruficornis</i> grupe.....	139
4.4.1.2 Drugi klaster morfološki blisko srodnih vrsta <i>Merodon ruficornis</i> grupe	142
4.4.1.3 Treći klaster morfološki blisko srodnih vrsta <i>Merodon ruficornis</i> grupe	144
4.4.1.4 Četvrti klaster morfološki blisko srodnih vrsta <i>Merodon ruficornis</i> grupe	146
4.5 Analiza distribucije i specijskog diverziteta analiziranih vrsta roda <i>Merodon</i>	149
5. DISKUSIJA	153
6. ZAKLJUČAK.....	163
7. PRILOZI.....	169
7.1 Prilog 1. Distribucija vrsta <i>Merodon aureus</i> grupe.....	169
7.2 Prilog 2. Distribucija vrsta <i>Merodon nanus</i> grupe	175
7.3 Prilog 3. Distribucija vrsta <i>Merodon avidus</i> kompleksa.	178
7.4 Prilog 4. Distribucija vrsta <i>Merodon ruficornis</i> grupe.....	179
7.5 Prilog 5. <i>Merodon aureus</i> grupa. Spisak jedinki korišćenih u geometrijsko-morfometrijskim analizama oblika krila	181
7.6 Prilog 6. <i>Merodon nanus</i> grupa. Spisak jedinki korišćenih u geometrijsko-morfometrijskim analizama oblika krila	185
7.7 Prilog 7. <i>Merodon avidus</i> kompleks. Lista jedinki korišćenih u geometrijsko-morfometrijskim analizama oblika krila.	186
7.8 Prilog 8. <i>Merodon aureus</i> grupa. Lista jedinki korišćenih u geometrijsko-morfometrijskim analizama oblika surstila.....	187
7.9 Prilog 9. <i>Merodon avidus</i> kompleks. Lista jedinki korišćenih u geometrijsko-morfometrijskim analizama oblika genitalnog aparata mužjaka	188
7.10 Prilog 10. <i>Merodon aureus</i> grupa. Lista jedinki korišćenih u analizi klimatskih profila vrsta.....	189
7.11 Prilog 11. <i>Merodon nanus</i> grupa. Lista jedinki korišćenih u analizi klimatskih profila vrsta	191
7.12 Prilog 12. <i>Merodon avidus</i> kompleks. Lista jedinki korišćenih u analizi klimatskih profila vrsta.	192
7.13 Prilog 13. <i>Merodon ruficornis</i> grupa. Lista jedinki korišćenih u analizi klimatskih profila vrsta.....	193
8. LITERATURA	195

LISTA ILUSTRACIJA

Slika 1. Podela <i>Merodon aureus</i> grupe na podgrupe i komplekse vrsta.....	14
Slika 2. Zapadni Palearktiki, države obuhvaćene terenskim istraživanjima u periodu od 2009. do 2015. godine. ..	30
Slika 3. Položaj 11 homologih tačaka na krilu vrste <i>Merodon luteomaculatus</i> Vujić, Ačanski et Šašić, in lit.	35
Slika 4. Genitalni aparat mužjaka, epandrijum lateralno. A. <i>Merodon megavidus</i> Vujić et Radenković, 2016. B. <i>Merodon atratus</i> (Oldenberg, 1919). Skraćenice: psl=posteriorni režanj surstila; asl=anteriorni režanj surstila; c=cerci.....	37
Slika 5. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila vrsta <i>Merodon aureus</i> podgrupe. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV3 i CV4 osom.	44
Slika 6. Prikaz distribucije i sličnosti oblika krila (UPGMA fenogram) vrsta <i>Merodon aureus</i> podgrupe: ● <i>M. aureus</i> Fabricius, 1805 ● <i>M. calidus</i> , in litt. ● <i>M. ortus</i> , in litt. ● <i>M. unicolor</i> Strobl, 1909 ● <i>M. albidus</i> , in litt.....	44
Slika 7. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika surstila vrsta <i>Merodon aureus</i> podgrupe. Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom.....	45
Slika 8. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika surstila vrsta <i>Merodon aureus</i> podgrupe. A) UPGMA fenogram konstruisan na osnovu kvadrata Mahalanobisovih distanci oslikava sličnost oblika surstila. B) Razlike u obliku surstila između parova vrsta (uvećane tri puta).	46
Slika 9. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila vrsta <i>Merodon aureus</i> kompleksa. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B.) Razlike u obliku krila između vrsta (uvećane tri puta).....	47
Slika 10. Prikaz distribucije i sličnosti oblika krila (UPGMA fenogram) vrsta <i>Merodon aureus</i> kompleksa: ● <i>M. aureus</i> Fabricius, 1805 ● <i>M. calidus</i> , in litt. ● <i>M. ortus</i> , in litt.....	48
Slika 11. Analiza klimatskih parametara vrsta <i>Merodon aureus</i> kompleksa. A) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC1 i PC2 osom. B) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC2 i PC3 osom.....	50
Slika 12. Prikaz raspona nadmorskih visina na kojima se javljaju vrste iz <i>Merodon aureus</i> kompleksa.	50
Slika 13. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila vrsta <i>Merodon unicolor</i> kompleksa. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom PC1 i PC2 osom. B) Razlike u obliku krila između vrsta (uvećane tri puta).	52
Slika 14. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila vrsta <i>Merodon cinereus</i> grupe. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV3 osom.	54
Slika 15. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila <i>Merodon cinereus</i> grupe. A) UPGMA fenogram konstruisan na osnovu kvadrata Mahalanobisovih distanci oslikava sličnost oblika krila. B) Razlike u obliku krila između parova vrsta (uvećane tri puta).....	54
Slika 16. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika surstila vrsta <i>Merodon cinereus</i> podgrupe. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV2 i CV3 osom.....	55
Slika 17. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika surstila <i>Merodon cinereus</i> podgrupe. A) UPGMA fenogram konstruisan na osnovu kvadrata Mahalanobisovih distanci oslikava sličnost oblika surstila. B) Razlike u obliku surstila između parova vrsta (uvećane tri puta).	56
Slika 18. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila vrsta <i>Merodon atratus</i> kompleksa. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV2 i CV3 osom.	58
Slika 19. Prikaz distribucije i sličnosti oblika krila (UPGMA fenogram) vrsta <i>Merodon atratus</i> kompleksa: ● <i>M. atratus</i> (Oldenberg, 1919) ● <i>M. virgatus</i> Vujić et Radenković, 2016 ● <i>M. balkanicus</i> Šašić, Ačanski et Vujić, 2016 ● <i>M. aff. atratus</i>	59
Slika 20. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila vrsta <i>Merodon atratus</i> kompleksa. Dijagrami koji opisuju razlike u obliku krila između parova vrsta (uvećane tri puta).	59
Slika 21. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika surstila vrsta <i>Merodon atratus</i> kompleksa. Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom.....	60
Slika 22. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika surstila vrsta <i>Merodon atratus</i> kompleksa. A) UPGMA fenogram konstruisan na osnovu kvadrata Mahalanobisovih distanci oslikava sličnost oblika surstila. B) Razlike u obliku surstila između parova vrsta (uvećane tri puta).	61
Slika 23. Analiza klimatskih parametara vrsta <i>Merodon atratus</i> kompleksa. A) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC1 i PC2 osom. B) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC2 i PC3 osom.....	63
Slika 24. Prikaz raspona nadmorskih visina na kojima se javljaju vrste iz <i>Merodon atratus</i> kompleksa.....	64
Slika 25. Geometrijsko-morfometrijska analiza krila surstila vrsta <i>Merodon cinereus</i> kompleksa. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Razlike u obliku krila između parova vrsta (uvećane tri puta).	66

Slika 26. Prikaz distribucije i sličnosti oblika krila (UPGMA fenogram) vrsta <i>Merodon cinereus</i> kompleksa: ● <i>M. cinereus</i> (Fabricius, 1794) ● <i>M. oromediterraneus</i> Vujić, Radenković et Šašić, in lit. ● <i>M. moesiacus</i> Vujić, Radenković et Ačanski, in lit.	67
Slika 27. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika surstila vrsta <i>Merodon cinereus</i> kompleksa. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Razlike u obliku surstila između parova vrsta (uvećane tri puta).....	68
Slika 28. UPGMA fenogram konstruisan na osnovu kvadrata Mahalanobisovih distanci oslikava sličnost oblika surstila vrsta <i>Merodon cinereus</i> kompleksa.	69
Slika 29. Analiza klimatskih parametara vrsta <i>Merodon cinereus</i> kompleksa. A) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC1 i PC4 osom. B) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC2 i PC3 osom.....	71
Slika 30. Prikaz raspona nadmorskih visina na kojima se javljaju vrste <i>Merodon cinereus</i> kompleksa.	71
Slika 31. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila vrsta <i>Merodon caerulescens</i> kompleksa. Razlike u obliku krila između vrsta (uvećane pet puta).	73
Slika 32. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila taksona iz <i>Merodon bessarabicus</i> podgrupe. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV3 osom.	75
Slika 33. Prikaz distribucije i sličnosti oblika krila (UPGMA fenogram) taksona iz <i>Merodon bessarabicus</i> podgrupe. ■ <i>M. austerus</i> Vujić et Radenković, in lit. ■ <i>M. bessarabicus</i> Paramonov, 1924 ♦ <i>M. ambiguus</i> Bradescu, 1986 ♦ <i>M. sapphous</i> Vujić, Pérez-Bañon et Radenković, 2007.	75
Slika 34. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila taksona iz <i>Merodon bessarabicus</i> podgrupe. Razlike u obliku krila između parova vrsta (uvećane tri puta).....	76
Slika 35. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika surstila taksona iz <i>Merodon bessarabicus</i> podgrupe. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV3 osom.	77
Slika 36. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika surstila taksona iz <i>Merodon bessarabicus</i> podgrupe. A) UPGMA fenogram konstruisan na osnovu kvadrata Mahalanobisovih distanci oslikava sličnost oblika surstila. B) Razlike u obliku surstila između parova vrsta (uvećane tri puta).	78
Slika 37. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika surstila vrsta <i>Merodon ambiguus</i> kompleksa. A) Položaj populacija u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Razlike u obliku krila između <i>M. ambiguus</i> Bradescu, 1986 i <i>M. ispartensis</i> , in lit. (uvećane tri puta).....	79
Slika 38. Prikaz distribucije i sličnosti oblika krila (UPGMA fenogram) populacija iz <i>Merodon ambiguus</i> kompleksa. ● <i>M. ambiguus</i> Bradescu, 1986 (Đerdap) ● <i>M. ambiguus</i> Bradescu, 1986 (Evros) ● <i>M. ispartensis</i> , in lit.....	80
Slika 39. Analiza klimatskih parametara vrsta <i>Merodon ambiguus</i> kompleksa. A) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC1 i PC2 osom. B) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC1 i PC3 osom.....	81
Slika 40. Prikaz raspona nadmorskih visina na kojima se javljaju vrste <i>Merodon ambiguus</i> kompleksa.	82
Slika 41. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila vrsta <i>Merodon bessarabicus</i> kompleksa. Razlike u obliku krila između vrsta (uvećane pet puta).	83
Slika 42. Analiza klimatskih i orografskih parametara vrsta <i>Merodon bessarabicus</i> kompleksa. A) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC1 i PC2 osom. B) Prikaz raspona nadmorskih visina.	85
Slika 43. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila vrsta <i>Merodon luteomaculatus</i> kompleksa. A) Položaj vrsta u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Položaj vrsta u prostoru definisanom CV3 i CV4 osom.	87
Slika 44. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila vrsta <i>Merodon luteomaculatus</i> kompleksa. Dijagrami koji opisuju razlike u obliku krila između parova vrsta (uvećane tri puta).	88
Slika 45. Prikaz distribucije i sličnosti oblika krila (UPGMA fenogram) taksona iz <i>Merodon luteomaculatus</i> kompleksa. ● <i>M. luteomaculatus</i> Vujić, Ačanski et Šašić, in lit. ● <i>M. austerus</i> Vujić et Radenković, in lit. ● <i>M. peloponnesius</i> Vujić, Radenković, Ačanski et Šašić, in lit. ● <i>M. erymanthius</i> Vujić, Ačanski et Šašić, in lit. ● <i>M. androites</i> Vujić, Radenković et Šašić, in lit.	89
Slika 46. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika surstila vrsta <i>Merodon luteomaculatus</i> kompleksa. A) Položaj vrsta u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Položaj vrsta u prostoru definisanom CV3 i CV4 osom.....	90
Slika 47. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika surstila <i>Merodon luteomaculatus</i> kompleksa. A) UPGMA fenogram konstruisan na osnovu kvadrata Mahalanobisovih distanci oslikava sličnost oblika surstila. B) Razlike u obliku surstila između parova vrsta (uvećane tri puta).	91
Slika 48. Analiza klimatskih parametara vrsta <i>Merodon luteomaculatus</i> kompleksa. A) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC1 i PC2 osom. B) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC1 i PC3 osom.....	93

Slika 49. Prikaz raspona nadmorskih visina na kojima su zabeležene vrste <i>Merodon luteomaculatus</i> kompleksa.	93
Slika 50. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila vrsta <i>Merodon sapphous</i> kompleksa. A) Položaj vrsta u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Dijagrami koji opisuju razlike u obliku krila između parova vrsta (uvećane tri puta).....	95
Slika 51. Prikaz distribucije i sličnosti oblika krila (UPGMA fenogram) taksona iz <i>Merodon sapphous</i> kompleksa: • <i>M. bozdagensis</i> , in litt. • <i>M. sapphous</i> Vujić, Pérez-Bañon et Radenković, 2007 • <i>M. cyprensis</i> , in litt. ..	96
Slika 52. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika surstila vrsta <i>Merodon sapphous</i> kompleksa. A) Položaj vrsta u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Dijagrami koji opisuju razlike u obliku surstila između parova vrsta (uvećane tri puta).....	97
Slika 53. UPGMA fenogram konstruisan na osnovu kvadrata Mahalanobisovih distanci oslikava sličnost oblika surstila vrsta <i>Merodon sapphous</i> kompleksa.	97
Slika 54. Analiza klimatskih parametara vrsta <i>Merodon sapphous</i> kompleksa. A) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC1 i PC2 osom. B) Prikaz raspona nadmorskih visina vrsta.....	99
Slika 55. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila vrsta <i>Merodon dobrogensis</i> podgrupe. A) Položaj vrsta u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Dijagrami koji opisuju razlike u obliku krila između parova vrsta (uvećane pet puta).	101
Slika 56. Prikaz distribucije i sličnosti oblika krila (UPGMA fenogram) taksona iz <i>Merodon dobrogensis</i> podgrupe: • <i>M. dobrogensis</i> Bradescu, 1982 • <i>M. puniceus</i> Vujić, Radenković et Péres-Bañón, 2011 • <i>M. rojoi</i> , in litt.	102
Slika 57. Analiza klimatskih parametara vrsta <i>Merodon dobrogensis</i> podgrupe. A) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC1 i PC2 osom. B) Prikaz raspona nadmorskih visina vrsta.....	104
Slika 58. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila taksona iz <i>Merodon chalybeus</i> podgrupe. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV2 i CV3 osom.....	106
Slika 59. Prikaz distribucije i sličnosti oblika krila (UPGMA fenogram) populacija iz <i>Merodon chalybeus</i> podgrupe: • <i>M. chalybeus</i> Wiedemann, 1822 • <i>M. paulum</i> , in lit. • <i>M. minutus</i> Strobl, 1893 • <i>M. robustus</i> , in lit.....	107
Slika 60. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila vrsta <i>Merodon chalybeus</i> podgrupe. Dijagrami koji opisuju razlike u obliku krila između parova vrsta (uvećane tri puta).	108
Slika 61. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika surstila taksona iz <i>Merodon chalybeus</i> podgrupe. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV2 i CV3 osom.	109
Slika 62. Prikaz distribucije i sličnosti oblika surstila (UPGMA fenogram) populacija iz <i>Merodon chalybeus</i> podgrupe: • <i>M. chalybeus</i> Wiedemann, 1822 • <i>M. paulum</i> , in lit. • <i>M. minutus</i> Strobl, 1893 • <i>M. robustus</i> , in lit.....	109
Slika 63. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika surstila vrsta <i>Merodon chalybeus</i> podgrupe. Dijagrami koji opisuju razlike u obliku surstila između parova vrsta (uvećane tri puta).	110
Slika 64. Analiza klimatskih parametara vrsta <i>Merodon chalybeus</i> podgrupe. A) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC1 i PC3 osom. B) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC2 i PC4 osom.....	112
Slika 65. Prikaz raspona nadmorskih visina na kojima su zabeležene vrste iz <i>Merodon chalybeus</i> podgrupe.	113
Slika 66. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila mužjaka <i>Merodon nanus</i> grupe. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV3 i CV4 osom.	117
Slika 67. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila mužjaka <i>Merodon nanus</i> grupe. UPGMA fenogram konstruisan na osnovu kvadrata Mahalanobisovih distanci oslikava sličnost oblika krila.....	117
Slika 68. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila mužjaka <i>Merodon nanus</i> grupe. Dijagrami koji opisuju razlike u obliku krila između parova vrsta (uvećane tri puta).	118
Slika 69. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila ženki <i>Merodon nanus</i> grupe. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV3 osom.	119
Slika 70. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila ženki <i>Merodon nanus</i> grupe. UPGMA fenogram konstruisan na osnovu kvadrata Mahalanobisovih distanci oslikava sličnost oblika krila.....	120
Slika 71. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila ženki <i>Merodon nanus</i> grupe. Dijagrami koji opisuju razlike u obliku krila između parova vrsta (uvećane tri puta).....	121
Slika 72. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila populacija <i>Merodon kopensis</i> Vujić et Hayat, 2015. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Prikaz distribucije i sličnosti oblika krila (UPGMA fenogram) populacija <i>Merodon kopensis</i> . • Mugla • Aksaraj • Bajburt • Erzindžan.	122
Slika 73. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila populacija <i>Merodon nanus</i> Sack, 1931. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Prikaz distribucije i sličnosti oblika krila (UPGMA fenogram) populacija <i>Merodon nanus</i> . • Sirija • južna Turska • Lezbos • Izrael.	123

Slika 74. Prikaz distribucije i sličnosti oblika krila (UPGMA fenogram) populacija <i>Merodon neonus</i> Vujić et Taylor, 2015. ● Hios ● Mugla ● Isparta.	124
Slika 75. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila populacija <i>Merodon rasicus</i> Vujić et Radenković, 2015. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Prikaz distribucije i sličnosti oblika krila (UPGMA fenogram) populacija <i>Merodon neonus</i> : ● Kopaonik ● Hakari ● Kastamonu.	125
Slika 76. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila populacija <i>Merodon telmateia</i> Hurkmans, 1987. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV3 osom.	126
Slika 77. Prikaz distribucije i sličnosti oblika krila (UPGMA fenogram) populacija <i>Merodon telmateia</i> Hurkmans, 1987. ● Samos ● Mugla ● Isparta ● Baybrut ● Erzurum ● Kars.	127
Slika 78. Analiza klimatskih parametara vrsta <i>Merodon nanus</i> grupe. A) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC1 i PC2 osom. B) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC2 i PC3 osom. ..	129
Slika 79. Prikaz raspona nadmorskih visina na kojima su zabeležene vrste <i>Merodon nanus</i> grupe.	130
Slika 80. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila <i>Merodon avidus</i> kompleksa. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV2 i CV3 osom.	132
Slika 81. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila <i>Merodon avidus</i> kompleksa. A) UPGMA fenogram konstruisan na osnovu kvadrata Mahalanobisovih distanci oslikava sličnost oblika krila. B) Razlike u obliku krila između parova vrsta (uvećane pet puta).	132
Slika 82. Prikaz distribucije i sličnosti oblika krila (UPGMA fenogram) populacija <i>Merodon avidus</i> kompleksa: ● <i>M. avidus</i> (Rossi, 1790) ● <i>M. moenium</i> Wiedemann, 1822 ● <i>M. ibericus</i> Vujić, 2015 ● <i>M. megavidus</i> Vujić et Radenković, 2016.	133
Slika 83. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika surstila <i>Merodon avidus</i> kompleksa. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV2 i CV3 osom.	134
Slika 84. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika surstila <i>Merodon avidus</i> kompleksa. A) UPGMA fenogram konstruisan na osnovu kvadrata Mahalanobisovih distanci oslikava sličnost oblika krila. B) Razlike u obliku surstila između vrsta.	135
Slika 85. Analiza klimatskih parametara vrsta <i>Merodon avidus</i> kompleksa. A) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC1 i PC2 osom. B) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC3 i PC4 osom.	136
Slika 86. Prikaz raspona nadmorskih visina na kojima su zabeležene vrste <i>Merodon avidus</i> kompleksa.	138
Slika 87. Analiza klimatskih parametara prvog klastera <i>Merodon ruficornis</i> grupe. A) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC1 i PC2 osom. B) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC3 i PC4 osom.	140
Slika 88. Prikaz raspona nadmorskih visina na kojima su zabeležene vrste prvog klastera <i>Merodon ruficornis</i> grupe.	141
Slika 89. Analiza klimatskih parametara drugog klastera <i>Merodon ruficornis</i> grupe. A) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC1 i PC2 osom. B) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC1 i PC3 osom.	142
Slika 90. Analiza klimatskih parametara trećeg klastera <i>Merodon ruficornis</i> grupe. A) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC1 i PC4 osom. B) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC2 i PC3 osom.	145
Slika 91. Analiza klimatskih parametara četvrtog klastera <i>Merodon ruficornis</i> grupe. Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC1 i PC2 osom.	147
Slika 92. Analiza bogatstva vrsta <i>Merodon aureus</i> grupe. Veličina kvadrata 100x100 km.	149
Slika 93. Analiza bogatstva vrsta <i>Merodon ruficornis</i> grupe. Veličina kvadrata 100x100 km.	150
Slika 94. Analiza bogatstva vrsta <i>Merodon nanus</i> grupe. Veličina kvadrata 100x100 km.	150
Slika 95. Analiza bogatstva vrsta <i>Merodon avidus</i> kompleksa. Veličina kvadrata 100x100 km.	151
Slika 96. Analiza bogatstva vrsta <i>Merodon aureus</i> , <i>nanus</i> i <i>ruficornis</i> grupa i <i>M. avidus</i> kompleksa. Veličina kvadrata 100x100 km.	151

LISTA TABELA

Tabela 1. Lista bioklimatskih varijabli korišćenih u analizi klimatski profila vrsta	40
Tabela 2. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila vrsta <i>Merodon aureus</i> podgrupe.	43
Tabela 3. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika surstila vrsta <i>Merodon aureus</i> podgrupe.	45
Tabela 4. Rezultati analize glavnih komponenti i analize varijanse parametara oblika krila <i>Merodon aureus</i> kompleksa. Statistički značajne razlike su boldirane.	46
Tabela 5. Procenat korektne klasifikacije jedinki <i>Merodon aureus</i> kompleksa u <i>a priori</i> definisane grupe.	47
Tabela 6. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila vrsta <i>Merodon aureus</i> kompleksa.	47
Tabela 7. Rezultati analize glavnih komponenti bioklimatskih i orografskih varijabli <i>Merodon aureus</i> kompleksa. Vrednost faktorskog opterećenja veća od $\pm 0,8$ i statistički značajne razlike su boldirane.	49
Tabela 8. Vrednosti standardne devijacije aritmetičke sredine vrednosti faktora kao pokazatelj adaptabilnosti vrsta <i>Merodon aureus</i> kompleksa na faktore korelisane sa PC osama.	49
Tabela 9. Rezultati analize glavnih komponenti i analize varijanse parametara oblika krila <i>Merodon unicolor</i> kompleksa. Statistički značajne razlike su boldirane.	52
Tabela 10. Procenat korektne klasifikacije jedinki <i>Merodon cinereus</i> grupe u <i>a priori</i> grupe.	53
Tabela 11. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila <i>Merodon cinereus</i> grupe.	53
Tabela 12. Statistička značajnost razlike u obliku surstila vrsta <i>Merodon cinereus</i> podgrupe. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; $df=37,134$	55
Tabela 13. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika surstila <i>Merodon cinereus</i> podgrupe.	56
Tabela 14. Rezultati analize glavnih komponenti i analize varijanse parametara oblika krila <i>Merodon atratus</i> kompleksa. Statistički značajne razlike su boldirane.	57
Tabela 15. Statistička značajnost razlike u obliku krila vrsta <i>Merodon atratus</i> kompleksa. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; $df=18,54$	57
Tabela 16. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila vrsta <i>Merodon atratus</i> kompleksa.	58
Tabela 17. Statistička značajnost razlike u obliku surstila vrsta <i>Merodon atratus</i> kompleksa. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; $df=12,38$	60
Tabela 18. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika surstila vrsta <i>Merodon atratus</i> kompleksa. .	61
Tabela 19. Rezultati analize glavnih komponenti bioklimatskih i orografskih varijabli <i>Merodon atratus</i> kompleksa. Vrednost faktorskog opterećenja veća od $\pm 0,8$ i statistički značajne razlike su boldirane.	62
Tabela 20. Vrednosti standardne devijacije aritmetičke sredine vrednosti faktora kao pokazatelj adaptabilnosti vrsta <i>Merodon atratus</i> kompleksa na faktore korelisane sa PC osama.	63
Tabela 21. Rezultati analize glavnih komponenti i analize varijanse parametara oblika krila <i>Merodon cinereus</i> kompleksa. Statistički značajne razlike su boldirane.	65
Tabela 22. Statistička značajnost razlike u obliku krila vrsta <i>Merodon cinereus</i> kompleksa. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; $df=18,107$	65
Tabela 23. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila vrsta <i>Merodon cinereus</i> kompleksa. ...	66
Tabela 24. Statistička značajnost razlike u obliku surstila vrsta <i>Merodon cinereus</i> kompleksa. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; $df=38,88$	67
Tabela 25. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika surstila vrsta <i>Merodon cinereus</i> kompleksa.	68
Tabela 26. Rezultati analize glavnih komponenti bioklimatskih i orografskih varijabli <i>Merodon cinereus</i> kompleksa. Vrednost faktorskog opterećenja veća od $\pm 0,8$ i statistički značajne razlike su boldirane.	70
Tabela 27. Vrednosti standardne devijacije aritmetičke sredine vrednosti faktora kao pokazatelj adaptabilnosti vrsta <i>Merodon cinereus</i> kompleksa na faktore korelisane sa PC osama.	70
Tabela 28. Rezultati analize glavnih komponenti i analize varijanse parametara oblika krila <i>Merodon caeruleus</i> kompleksa. Statistički značajne razlike su boldirane.	72
Tabela 29. Statistička značajnost razlike u obliku krila taksona iz <i>Merodon bessarabicus</i> podgrupe. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; $df=18,142$	74
Tabela 30. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila taksona iz <i>Merodon bessarabicus</i> podgrupe.	74
Tabela 31. Statistička značajnost razlike u obliku surstila taksona iz <i>Merodon bessarabicus</i> podgrupe. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; $df=38,83$	77
Tabela 32. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika surstila taksona iz <i>Merodon bessarabicus</i> podgrupe.	77
Tabela 33. Rezultati analize glavnih komponenti i analize varijanse parametara oblika krila <i>Merodon ambiguus</i> kompleksa. Statistički značajne razlike su boldirane.	78
Tabela 34. Statistička značajnost razlike u obliku krila populacija <i>Merodon ambiguus</i> kompleksa. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; $df=18,45$	79
Tabela 35. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila taksona iz <i>Merodon ambiguus</i> kompleksa.	79

Tabela 36. Rezultati analize glavnih komponenti bioklimatskih i orografskih varijabli <i>Merodon ambiguus</i> kompleksa. Vrednost faktorskog opterećenja veća od $\pm 0,8$ i statistički značajne razlike su boldirane.	81
Tabela 37. Vrednosti standardne devijacije aritmetičke sredine vrednosti faktora kao pokazatelj adaptabilnosti vrsta <i>Merodon ambiguus</i> kompleksa na faktore korelisane sa PC osama.....	82
Tabela 38. Rezultati analize glavnih komponenti i analize varijanse parametara oblika krila <i>Merodon bessarabicus</i> kompleksa. Statistički značajne razlike su boldirane.	83
Tabela 39. Rezultati analize glavnih komponenti bioklimatskih i orografskih varijabli <i>Merodon bessarabicus</i> kompleksa. Vrednost faktorskog opterećenja veća od $\pm 0,8$ i statistički značajne razlike su boldirane.	84
Tabela 40. Vrednosti standardne devijacije aritmetičke sredine vrednosti faktora kao pokazatelj adaptabilnosti vrsta <i>Merodon bessarabicus</i> kompleksa na faktore korelisane sa PC osama.....	85
Tabela 41. Rezultati analize glavnih komponenti i analize varijanse parametara oblika krila <i>Merodon luteomaculatus</i> kompleksa. Statistički značajne razlike su boldirane.....	86
Tabela 42. Statistička značajnost razlike u obliku krila <i>Merodon luteomaculatus</i> kompleksa. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; $df=18,172$	86
Tabela 43. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila <i>Merodon luteomaculatus</i> kompleksa.	87
Tabela 44. Statistička značajnost razlike u obliku surstila <i>Merodon luteomaculatus</i> kompleksa. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; $df=38,118$	89
Tabela 45. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika surstila <i>Merodon luteomaculatus</i> kompleksa.	90
Tabela 46. Rezultati analize glavnih komponenti bioklimatskih i orografskih varijabli <i>Merodon luteomaculatus</i> kompleksa. Vrednost faktorskog opterećenja veća od $\pm 0,8$ i statistički značajne razlike su boldirane.	92
Tabela 47. Vrednosti standardne devijacije aritmetičke sredine vrednosti faktora kao pokazatelj adaptabilnosti vrsta <i>Merodon luteomaculatus</i> kompleksa na faktore korelisane sa PC osama.	92
Tabela 48. Rezultati analize glavnih komponenti i analize varijanse parametara oblika krila <i>Merodon sapphous</i> kompleksa. Statistički značajne razlike su boldirane.	94
Tabela 49. Statistička značajnost razlike u obliku krila <i>Merodon sapphous</i> kompleksa. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; $df=18,83$	95
Tabela 50. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila <i>Merodon sapphous</i> kompleksa.	95
Tabela 51. Statistička značajnost razlike u obliku surstila <i>Merodon sapphous</i> kompleksa. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; $df=38,120$	96
Tabela 52. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika surstila <i>Merodon sapphous</i> kompleksa.	97
Tabela 53. Rezultati analize glavnih komponenti bioklimatskih i orografskih varijabli <i>Merodon sapphous</i> kompleksa. Vrednost faktorskog opterećenja veća od $\pm 0,9$ i statistički značajne razlike su boldirane.	98
Tabela 54. Vrednosti standardne devijacije aritmetičke sredine vrednosti faktora kao pokazatelj adaptabilnosti vrsta <i>Merodon sapphous</i> kompleksa na faktore korelisane sa PC osama.	99
Tabela 55. Rezultati analize glavnih komponenti i analize varijanse parametara oblika krila <i>Merodon dobrogensis</i> podgrupe. Statistički značajne razlike su boldirane.	100
Tabela 56. Statistička značajnost razlike u obliku krila <i>Merodon dobrogensis</i> podgrupe. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; $df=18,42$	100
Tabela 57. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila <i>Merodon dobrogensis</i> podgrupe.	101
Tabela 58. Rezultati analize glavnih komponenti bioklimatskih i orografskih varijabli <i>Merodon dobrogensis</i> podgrupe. Vrednost faktorskog opterećenja veća od $\pm 0,8$ i statistički značajne razlike su boldirane.....	103
Tabela 59. Vrednosti standardne devijacije aritmetičke sredine vrednosti faktora kao pokazatelj adaptabilnosti vrsta <i>Merodon dobrogensis</i> podgrupe na faktore korelisane sa PC osama.	103
Tabela 60. Rezultati analize glavnih komponenti i analize varijanse parametara oblika krila <i>Merodon chalybeus</i> podgrupe. Statistički značajne razlike su boldirane.	105
Tabela 61. Statistička značajnost razlike u obliku krila populacija <i>Merodon chalybeus</i> podgrupe. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; $df=18,62$	105
Tabela 62. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila <i>Merodon chalybeus</i> podgrupe.....	106
Tabela 63. Statistička značajnost razlike u obliku surstila populacija <i>Merodon chalybeus</i> podgrupe. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; $df=38,39$	108
Tabela 64. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila <i>Merodon chalybeus</i> podgrupe.....	108
Tabela 65. Rezultati analize glavnih komponenti bioklimatskih i orografskih varijabli <i>Merodon chalybeus</i> podgrupe. Vrednost faktorskog opterećenja veća od $\pm 0,8$ i statistički značajne razlike su boldirane.....	111
Tabela 66. Vrednosti standardne devijacije aritmetičke sredine vrednosti faktora kao pokazatelj adaptabilnosti vrsta <i>Merodon chalybeus</i> podgrupe na faktore korelisane sa PC osama.....	112
Tabela 67. Rezultati analize glavnih komponenti i analize varijanse parametara oblika krila mužjaka <i>Merodon nanus</i> grupe.....	115
Tabela 68. Statistička značajnost razlike u obliku krila mužjaka <i>Merodon nanus</i> grupe. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; $df=20,163$	116

Tabela 69. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila mužjaka <i>Merodon nanus</i> grupe.....	116
Tabela 70. Rezultati analize glavnih komponenti i analize varijanse parametara oblika krila ženki <i>Merodon nanus</i> grupe. Statistički značajne razlike su boldirane.	118
Tabela 71. Statistička značajnost razlike u obliku krila ženki <i>Merodon nanus</i> grupe. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; df=20,121.	119
Tabela 72. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila ženki <i>Merodon nanus</i> grupe.....	120
Tabela 73. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila populacija <i>Merodon kopensis</i>	122
Tabela 74. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila populacija <i>Merodon nanus</i>	123
Tabela 75. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila populacija <i>Merodon neonanus</i>	124
Tabela 76. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila populacija <i>Merodon rasicus</i>	125
Tabela 77. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila populacija <i>Merodon telmateia</i>	126
Tabela 78. Rezultati analize glavnih komponenti bioklimatskih i orografskih varijabli <i>Merodon nanus</i> grupe. Vrednost faktorskog opterećenja veća od $\pm 0,8$ i statistički značajne razlike su boldirane.....	128
Tabela 79. Vrednosti standardne devijacije aritmetičke sredine vrednosti faktora kao pokazatelj adaptabilnosti vrsta <i>Merodon nanus</i> grupe na faktore korelisane sa PC osama.	129
Tabela 80. Rezultati analize glavnih komponenti i analize varijanse parametara oblika krila <i>Merodon avidus</i> kompleksa. Statistički značajne razlike su boldirane.	131
Tabela 81. Statistička značajnost razlike u obliku krila <i>Merodon avidus</i> kompleksa. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; df=18,423.	131
Tabela 82. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila <i>Merodon avidus</i> kompleksa.	132
Tabela 83. Statistička značajnost razlike u obliku surstila <i>Merodon avidus</i> kompleksa. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; df=16,64.....	134
Tabela 84. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika surstila <i>Merodon avidus</i> kompleksa.	134
Tabela 85. Rezultati analize glavnih komponenti bioklimatskih i orografskih varijabli <i>Merodon avidus</i> kompleksa. Vrednost faktorskog opterećenja veća od $\pm 0,8$ i statistički značajne razlike su boldirane.....	137
Tabela 86. Vrednosti standardne devijacije aritmetičke sredine vrednosti faktora kao pokazatelj adaptabilnosti vrsta <i>Merodon avidus</i> kompleksa na faktore korelisane sa PC osama.	137
Tabela 87. Rezultati analize glavnih komponenti bioklimatskih i orografskih varijabli prvog klastera <i>Merodon ruficornis</i> grupe. Vrednost faktorskog opterećenja veća od $\pm 0,8$ i statistički značajne razlike su boldirane.	140
Tabela 88. Vrednosti standardne devijacije aritmetičke sredine vrednosti faktora kao pokazatelj adaptabilnosti vrsta prvog klastera <i>Merodon ruficornis</i> grupe na faktore korelisane sa PC osama.	141
Tabela 89. Rezultati analize glavnih komponenti bioklimatskih i orografskih varijabli drugog klastera <i>Merodon ruficornis</i> grupe. Vrednost faktorskog opterećenja veća od $\pm 0,8$ i statistički značajne razlike su boldirane.	143
Tabela 90. Vrednosti standardne devijacije aritmetičke sredine vrednosti faktora kao pokazatelj adaptabilnosti vrsta drugog klastera <i>Merodon ruficornis</i> grupe na faktore korelisane sa PC osama.	143
Tabela 91. Rezultati analize glavnih komponenti bioklimatskih i orografskih varijabli trećeg klastera <i>Merodon ruficornis</i> grupe. Vrednost faktorskog opterećenja veća od $\pm 0,8$ i statistički značajne razlike su boldirane.	144
Tabela 92. Vrednosti standardne devijacije aritmetičke sredine vrednosti faktora kao pokazatelj adaptabilnosti vrsta trećeg klastera <i>Merodon ruficornis</i> grupe na faktore korelisane sa PC osama.	145
Tabela 93. Rezultati analize glavnih komponenti bioklimatskih i orografskih varijabli četvrtog klastera <i>Merodon ruficornis</i> grupe. Vrednost faktorskog opterećenja veća od $\pm 0,8$ i statistički značajne razlike su boldirane.	146
Tabela 94. Vrednosti standardne devijacije aritmetičke sredine vrednosti faktora kao pokazatelj adaptabilnosti vrsta četvrtog klastera <i>Merodon ruficornis</i> grupe na faktore korelisane sa PC osama.	147

„The Syrphidae are a group of very handsome flies“

C. L. Metcalf 1921

1. UVOD

Insekti su najraznovrsnija grupa životinja na svetu sa oko milion poznatih vrsta, i čine čak 58% od ukupnog svetskog biodiverziteta. Međutim, veliki broj vrsta je još uvek nepoznat. Prema internet portalu Enciklopedija živog sveta (Encyclopedia of Life, www.eol.org) svi pripadnici klase Insecta bi mogli predstavljati 90% višćelijskih organizama. Interesantno je napomenuti da od ukupno 29 redova unutar klase Insecta, četiri reda Coleoptera, Lepidoptera, Diptera i Hymenoptera broje 81% opisanih recentnih vrsta insekata (Foottit i Adler, 2009). Do sada je opisano približno 150.000 recentnih vrsta iz reda Diptera, a procenjuje se da bi ovaj broj mogao biti 1.000.000 (www.eol.org).

Familiju Syrphidae (Diptera), poznatiju pod nazivom osolike muve, odlikuje visok stepen specijacije, zoogeografska raznolikost i izražena adaptivna radijacija. Do sada je opisano oko 6.000 vrsta iz 188 rodova, od toga je u Palearktiku zabeleženo oko 1.800 vrsta (Thompson i Rotheray, 1998). Najbrojniji vrstama u Evropi su fitofagni rodovi, *Merodon* (Meigen, 1803), *Cheilosia* Meigen, 1838 i *Eumerus* Meigen, 1822. Rod *Merodon* je zastupljen sa preko 150 vrsta u Palearktiku i Afrotropskom regionu. Najveći broj vrsta ovog roda je rasprostranjen u južnoj Evropi u Mediteranskom basenu (Hurkmans, 1993).

Taksonomija ovog roda se dugo oslanjala na tradicionalni pristup koji klasifikuje taksone na osnovu morfoloških karaktera. Osnovni dijagnostički karakteri koji omogućavaju identifikaciju vrsta roda *Merodon* su građa genitalnog aparata i zadnjih nogu mužjaka. Građa genitalnog aparata mužjaka je konzervativan i stabilan dijagnostički karakter u određivanju granica vrsta, a takođe i karakter koji govori o srodnosti pojedinih vrsta, ali i viših sistematskih kategorija. Međutim, kod pojedinih taksona ovog roda prisutna je visoka morfološka varijabilnost i suptilne razlike u građi genitalnog aparata. U ovom slučaju tradicionalni taksonomski pristup nije u mogućnosti da detektuje razlike, te se integrišu rezultati alternativnih pristupa poput molekularnih, morfometrijskih i ekoloških analiza (Milankov i sar., 2008a, 2009; Francuski i sar., 2009, 2011; Vujić i sar., 2013a; Ačanski i sar., 2016a; Šašić i sar., 2016). Pojam integrativna taksonomija je prvi uveo u upotrebu Dayrat (2005) i definisao ga kao nauku koja ima za cilj da razdvaja i definiše taksone upotrebom različitih i komplementarnih izvora. Integrativni taksonomski pristup je našao svoje mesto u

taksonomskim istraživanjima i u širokoj je upotrebi u istraživanju granica vrsta, filogenetskih odnosa i sl., zahvaljujući čemu je broj novoopisanih vrsta sve veći (Padiál i sar., 2010).

Geometrijska morfometrija je savremena i sve raširenija taksonomskih metoda (Zelditch i sar., 2004; Tofilski, 2008; Gayzik i sar., 2008; Adams i sar., 2013). Ona predstavlja veoma važan aspekt u biološkim studijama jer omogućava kvantifikaciju i vizuelizaciju varijacija oblika morfoloških struktura (Klingenberg, 2013). Takođe, prednost ove metode je velika statistička osetljivost koja dozvoljava otkrivanje suptilnih promena oblika koje se ne mogu utvrditi tradicionalnim taksonomskim analizama (Zelditch i sar., 2004; Villemant i sar., 2007; Mutanen i Pretorius, 2007). U biološkim istraživanjima geometrijska morfometrija ima širok spektar primene u filogenetskim, ontogenetskim i taksonomskim studijama (Franklin i sar., 2007; Sadeghi i sar., 2009; Lawing i Polly, 2010; Francuski i sar., 2011; Perrard i sar., 2014; Nuñez i Liria, 2016).

Geometrijsko-morfometrijska istraživanja na insektima su pokazala da čak i blisko srodne vrste koje su morfološki veoma slične, imaju različit oblik genitalnog aparata mužjaka (Hosken i Stockley, 2004; Dapporto, 2008; Mutanen i Pretorius, 2007; Yee i sar., 2011). Kod osolikih muva geometrijska morfometrija je uspela da kvantifikuje suptilne razlike u obliku genitalnog aparata mužjaka iz rodova *Chrysotoxum* Meigen, 1803 i *Merodon* i na taj način doprinela razdvajanju kriptičnih taksona (Nedeljković i sar., 2013a, 2015; Ačanski i sar., 2016a). Takođe, u taksonomskim i filogenetskim studijama velika pažnja je posvećivana geometrijsko-morfometrijskim analizama oblika krila insekata (Moraes i sar., 2004; Francuski i sar., 2009, 2011; Baracchi i sar., 2011; Vujić i sar., 2013a; Nedeljković i sar., 2013a, 2015; Zhong i sar., 2016). Oblik krila predstavlja visoko heritabilnu strukturu najvećim delom uslovljenu genetičkom osnovom, i manje podložnu uticaju spoljašnje sredine (Moraes i sar., 2004; Mezey i Houle, 2005; Dworkin i Gibson, 2006; Yeaman i sar., 2010). Ovaj karakter je važan u taksonomskim analizama, jer različiti fenotipovi ukazuju na genetičku diferencijaciju analiziranih taksona. Takođe, oblik krila je u uskoj vezi sa vrsti karakterističnoj „pesmi“ udvaranja, kao i sposobnošću (aerodinamici) letenja (Betts i Wootton 1988; Birdsall i sar., 2000; Routtu i sar., 2007; DeVries i sar., 2010; Outomuro i sar., 2013). Kvantifikacija oblika krila se uspešno primenjuje u analizama seksualnog dimorfizma, alometrije i taksonomije osolikih muva (Milankov i sar., 2008b, 2009; Francuski i sar., 2009, 2011; Vujić i sar., 2013a; Nedeljković i sar., 2013a, 2015; Ačanski i sar., 2016a; Šašić i sar., 2016). Dobijeni rezultati geometrijsko-morfometrijskih analiza za vrste roda *Merodon* se podudaraju sa rezultatima

morfoloških i molekularnih analiza, potvrđujući važnost oblika krila kao taksonomskog karaktera (Milankov i sar., 2008a, 2009; Francuski i sar., 2009, 2011; Vujić i sar., 2013a; Ačanski i sar., 2016a; Šašić i sar., 2016).

Sve veći broj modernih taksonomskih istraživanja ukazuje na važnu ulogu ekoloških parametara u procesu specijacije tj. na postojanje visoko značajne i konzistentne veze između ekološke divergencije i reproduktivne izolacije (Penman i sar., 2005; Funk i sar., 2006; Bond i Stockman, 2008; Peterson, 2011; Nosil, 2012; Zhu i sar., 2013). Stoga, razlike u ekološkim nišama blisko srodnih i kriptičnih vrsta obezbeđuju dodatni dokaz za razdvajanje vrsta (Rissler i Apodaca, 2007; Sánchez-Fernández i sar., 2011; Nedeljković i sar., 2013b, 2015; Popović i sar., 2015; Ačanski i sar., 2016a; Šašić i sar., 2016). Osim u taksonomiji, kvantifikacija klimatskih profila vrsta se koristi u analizi mehanizama specijacije i diverzifikacije i omogućava uvid u abiotičke limite vrsta (Stockman i Bond, 2007; Nosil i sar., 2009; Medley, 2010; Wooten i Gibbs, 2012; Zhou i sar., 2012; Zhu i sar., 2013; Petersen, 2013).

Do sada je najobimniju reviziju roda *Merodon* dao Hurkmans (1993) u prvom delu monografije, koja sadrži opise i ključ za determinaciju 61 vrste, uglavnom baziranog na građi genitalnog aparata mužjaka. Drugi deo monografije nije publikovan, a mnogi taksonomski problemi su još uvek nerazjašnjeni. Za sada ne postoji sveobuhvatan ključ za determinaciju svih vrsta ovog roda u Evropi, ali u identifikaciji umnogome pomažu dosadašnje publikacije koje sadrže opise novih vrsta i revizije grupa vrsta primenom integrativne taksonomije (Radenković i sar., 2002; Milankov i sar., 2008a, 2009; Francuski i sar., 2009, 2011; Vujić i sar., 2013a). Ažurirana baza podataka za evropske vrste osolikih muva (Speight, 2015) pruža znatan izvor informacija vezanih za areal, stanište, biologiju i morfološke karaktere. U ovoj bazi se nalaze podaci za 114 vrsta iz roda *Merodon*, međutim lista još uvek nije konačna i zahteva reviziju.

Bez obzira na intenzivne taksonomske analize, diverzitet *M. aureus*, *M. nanus* i *M. ruficornis* grupa i *M. avidus* kompleksa još uvek nije dovoljno istražen. Vrste iz analiziranih grupa su rasprostranjene na području Mediteranskog basena, pre svega Balkanskog poluostva, Anadolije i Kavkaza. Može se pretpostaviti da su klimatske oscilacije u Pleistocenu, kao kod drugih insekatskih vrsta, uslovile pojavu velikog broja kriptičnih taksona unutar ovih grupa širom evropskih (Iberijsko, Apeninsko i Balkansko poluostrvo) i anadolijjskih refugijuma (Hewitt, 1996, 1999, 2001; Balletto i Casale, 1991; Konstantinov i sar., 2009; Dapporto 2010;

Nicholls i sar., 2010; Zhu i sar., 2013). Na osnovu svega navedenog, u radu su integrisanjem geometrijsko-morfometrijskih i ekoloških karaktera analizirane vrste iz *M. aureus*, *M. nanus* i *M. ruficornis* grupe i *M. avidus* kompleksa u cilju utvrđivanja prisustva skrivenih taksona, definisanja granica vrsta i određivanja centara njihove distribucije.

1.1 CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Ciljevi istraživanja:

- Kvantifikovanje interspecijske varijabilnosti i identifikacija vrsta geometrijsko-morfometrijskom analizom oblika krila unutar:
 - *Merodon aureus* grupe,
 - *Merodon avidus* kompleksa i
 - *Merodon nanus* grupe.

- Kvantifikovanje interspecijske varijabilnosti i identifikacija vrsta geometrijsko-morfometrijskom analizom oblika genitalnog aparata unutar:
 - *Merodon aureus* grupe i
 - *Merodon avidus* kompleksa.

- Analiza klimatskih profila vrsta:
 - *Merodon aureus* grupe,
 - *Merodon avidus* kompleksa,
 - *Merodon nanus* grupe i
 - *Merodon ruficornis* grupe.

- Analiza konzervativnosti oblika krila i genitalnog aparata mužjaka istraživanih vrsta u odnosu na geografsku distribuciju i promene faktora spoljašnje sredine.

- Analiza distribucije i određivanje centara diverziteta:
 - *Merodon aureus* grupe,
 - *Merodon avidus* kompleksa,
 - *Merodon nanus* grupe i
 - *Merodon ruficornis* grupe.

2. PREGLED LITERATURE

2.1 OPŠTE KARAKTERISTIKE FAMILIJE SYRPHIDAE

Familija Syrphidae pripada redu Diptera, klasi insekata (Insecta). Ova familija je poznatija pod nazivima osolike muve, cvetne muve ili muve lebdilice. Nazivi ukazuju na mimikrična obeležja odraslih jedinki kojim oponašaju akuleatne opnokrilce, ishranu polenom i nektarom, kao i na specifičan način njihovog leta. Osolike muve odlikuje visok stepen specijacije (do sada je opisano oko 6.000 vrsta iz 188 rodova, od toga je za Palearktiku zabeleženo oko 1.800 vrsta), zoogeografska raznolikost i izražena adaptivna radijacija. Vrlo su značajne kao oprašivači mnogih biljnih vrsta, regulatori brojnosti štetnih insekata (naročito biljnih vaši), razlagači materija u raspadanju biljnog i životinjskog porekla, ali kao i štetočine u agrobiocenozama jer se larve pojedinih vrsta razvijaju u lukovicama gajenih biljaka (Thompson i Rotheray, 1998).

Osnovna morfološka odlika koja ih odvaja od ostalih familija reda Diptera je prisustvo lažne vene (*vena spuria*) na krilu, koja predstavlja zadebljanje membrane. Veoma bitan morfološki karakter za determinaciju je građa genitalnog aparata mužjaka koji je najčešće osoben za svaku vrstu (Vujić i Glumac, 1994). Njegova konzervativnost i stabilnost su od velikog značaja prilikom utvrđivanja srodničkih odnosa među vrstama, kao i prilikom definisanja viših sistematskih kategorija (Glumac, 1960).

Osolike muve odlikuje izuzetno velika raznolikost. Veličina tela adultnih jedinki može biti od 4 do 25 mm. Trbuh (*abdomen*) može biti ovalan ili izdužen, a telo prekriveno kratkim ili veoma dugim dlakama. Neke vrste su potpuno crne, a kod drugih grudi (*thorax*) i posebno abdomen mogu imati različite bele, žute i narandžaste šare i oznake, zbog čega podsećaju na ose, pčele i bumbare (Thompson i Rotheray, 1998). Mimikrija, odnosno oponašanje akuleatnih opnokrilaca (Hymenoptera), predstavlja zaštitu od predatora. Osolike muve, čije je telo tamno braon ili crne boje, se koriste kriptičnom obojenosti kako bi se sakrile od predatora (van Veen, 2004).

Izražena adaptivna radijacija uslovlila je pojavu osolikih muva u svim tipovima staništa, od morskih obala do planinskih vrhova preko 3.000 m nadmorske visine, od polarnih tundri do

pustinja i polupustinja (Vujić i Glumac, 1994). Najčešći tipovi ekosistema koje naseljavaju osolike muve su šume, močvare, tresetišta i vlažne livade (van Veen, 2004). Susreću se u svim regionima sveta, osim Antarktika i okeanskih ostrva (Rotheray i Gilbert, 1999).

Osolike muve tokom razvića prolaze kroz sva četiri stadijuma (jaje, larva, lutka i odrasla jedinka - adult ili imago) u postembrionalnom razviću - holometabolni insekti. Larvalno razviće osolikih muva odvija se u veoma različitim uslovima. Postoje tri osnovna tipa razvića larvi: saprofagni, fitofagni i predatorski. Saprofagni tip razvoja odvija se u nespecifičnim uslovima (razvijaju se u materijama koje trule), što omogućava široko rasprostranjenje vrste, ali i usporenu specijaciju. Fitofagni i predatorski tip ishrane larvi odvijaju se u specifičnim uslovima i tesno su povezani sa biljkom domaćinom ili određenim vrstama biljnih vaši. Specijalizacija načina života uslovlila je pojavu većeg broja vrsta, posebno onih sa užim arealom (Vujić i Glumac, 1994).

Odrasle jedinke se javljaju od ranog proleća do kasne jeseni, sa najvećim brojem vrsta i jedinki u proleće (Vujić i sar., 1998). Dužina života adultnih jedinki je od nekoliko dana do nekoliko nedelja. Većina vrsta ima samo jednu generaciju godišnje, osim zoofagnih i fitofagnih vrsta koje imaju po nekoliko. Faunu sirfida nekog područja odlikuje izražena sezonska dinamika vrsta, koja se najbolje zapaža u proleće. Formiraju se grupe vrsta koje se javljaju zajedno i međusobno se smenjuju. Tempo smene slabi kako sezona odmiče, tako da je fond vrsta koji se pojavljuje u letnjem periodu znatno osiromašen u odnosu na fond vrsta koji se javlja u proleće, i sve više se smanjuje do poznih jesenjih dana (Vujić i Šimić, 1994). Većina jesenjih vrsta provodi zimu u adultnom stadijumu, dok manji broj prezimljava u stadijumu jaja, larve ili lutke. Osolike muve su druge po važnosti kao polinatori, odmah iza pčela (Free, 1993; Proctor i sar., 1996).

2.2 ROD *MERODON* MEIGEN, 1803

Rod *Merodon* Meigen, 1803 pripada porodici Syrphidae, podporodici Eristalinae, tribusu Merodontini. Zastupljen je sa preko 150 vrsta u Palearktiku i Afrotropskom regionu, ali se najveći broj vrsta javlja u južnoj Evropi u Mediteranskom području (Hurkmans, 1993). Zahvaljujući mnogobrojnim istraživanjima u poslednjoj dekadi ovaj rod je postao među najbrojnijim rodovima osolikih muva u Evropi, zajedno sa fitofagnim rodovima *Cheilosia* i *Eumerus* (Marcos-García i sar., 2007; Ståhls i sar., 2009, 2016; Popov, 2010; Radenković i sar., 2011; Vujić i sar., 2007, 2012, 2013a, 2013b, 2015; Šašić i sar., 2016; Ačanski i sar., 2016a). Rod *Merodon* je zastupljen sa preko 150 vrsta u Palearktiku i Afrotropskom regionu. Najveći broj vrsta ovog roda je rasprostranjen u južnoj Evropi u Mediteranskom basenu (Hurkmans, 1993).

Za vrste roda *Merodon* je karakterističan način larvalnog razvića vezan za rizome i lukovice biljaka iz porodica Liliaceae, Amaryllidaceae i Asparagaceae (Hurkmans, 1993; Rotheray, 1993; Stepanenko i Popov, 1997; Andrić i sar., 2014). Povezanost između vrsta roda *Merodon* i njihovih biljaka domaćina može biti visoko specifična (Ricarte i sar., 2008). Poznato je da se larve vrste *Merodon equestris* (Fabricius, 1794) razvijaju u lukovicama biljaka iz porodice Liliaceae, posebno iz roda *Narcissus* (Kabos, 1939; Popov, 2006), kao i larve vrste *Merodon eques* (Fabricius, 1805) (Pehlivan i Akbulut, 1991). Sledeće vrste su takođe razvićem vezane za lukovice određenih biljnih vrsta: larva *Merodon luteihumerus* Marcos-García, Vujić et Mengual, 2007 se razvija u *Urginea maritima* (Ricarte i sar., 2008), *Merodon bombiformis* Hull, 1944 u *Gladiolus* sp. (Stuckenberg, 1956), *Merodon nigritarsis* Rondani, 1845 u *Hyacinthanella pallasiana* (Hyacinthaceae) (Stepanenko i Popov, 1997), *Merodon avidus* (Rossi, 1790) u *Ornithogalum* sp. (Andrić i sar., 2014), kao najverovatnije i vrsta *Merodon loewi* van der Goot, 1964 (Hurkmans, 1988), a *Merodon planifacies* Bezzi, 1915 u *Drimia* sp (Đan i sar., lična komunikacija).

Adulti izgledom i ponašanjem podsećaju na pčele i bumbare. Uočeno je da je mimikrična obojenost u znatno većem stepenu izražena kod mužjaka nego kod ženki. Uglavnom imaju snažno telo (veličine od 7 do 23 mm); većinom su tamne, ponekad sa metalnim sjajem ili sa crvenim ili belim oznakama na abdomenu; lice je bez grbice; femur zadnje noge je zadebljao i sa krupnim trouglastim ispustom na vrhu, na krilu vena R_{4+5} je sinusoidno udubljena; abdomen

je relativno širok (Radenković, 1993). Važan dijagnostički karakter koji omogućava razlikovanje i identifikaciju velikog broja vrsta je građa genitalnog aparata mužjaka.

Vrste roda *Merodon* naseljavaju različite tipove staništa, od tropskih i suptropskih regiona do planinskih masiva preko 3.000 m nadmorske visine. Adulti se najčešće mogu videti na otvorenim staništima, u uslovima visokih temperatura kada druge sifide retko lete. Ovakavi tipovi staništa, sa lukovicama neophodnim za larvalni razvoj, se nalaze u stepama, mediteranskim oblastima kao i na visokim planinama (tokom leta). Fitofagni tip ishrane larvi se odvija u specifičnim uslovima i tesno je povezan sa biljkom domaćinom što objašnjava visok diverzitet ovog roda, posebno u mediteranskom regionu gde je prisutna velika raznovrsnost lukovičastih biljaka (Vujić i Glumac, 1994; Marcos-García i sar., 2007).

Teritorijalno ponašanje je zebeleženo kod nekoliko vrsta roda *Merodon* (Fitzpatrick i Wellington, 1983; Hurkmans, 1993). Odbrana teritorije je manje ili više agresivna i zavisi od nekoliko faktora: veličine teritorije, prisustva ženke, gustine populacije i dostupnosti vode. Kod nekih vrsta mužjak emituje „pištav“ zvuk koji igra veliku ulogu u teritorijalnoj obrani i parenju (Conn, 1978; Treiber, 1987; Hurkmans, 1988, 1993). Kopulacija se odvija u letu ili na podlozi. Oba načina mogu da se jave kod jedne vrste.

Do sada, jedinu obimniju studiju o paleartkičkim vrstama roda *Merodon* objavio je Hurkmans (1993). Podelio je vrste u dve velike grupe na osnovu građe abdomena i genitalnog aparata mužjaka. U prvom delu monografije je obuhvatio vrste sa izduženim abdomenom, suženim drugim tergitom, lučnim poprašenim trakama na tergitima, i složenije građenim genitalnim aparatom mužjaka. Revidirao je ukupno 61 vrstu i definisano 11 monofiletskih grupa (*alagoezicus*, *alexaji*, *avidus*, *clavipes*, *crassifemoris*, *elegans*, *longicornis*, *nigritarsis*, *pruni*, *tarsatus* i *vandergooti*) na osnovu apomorfnih karakteristika genitalnog aparata mužjaka. Marcos-García i sar. (2007) su revidirali vrste ovog roda na Iberijskom poluostrvu i zabeležili 34 vrste, od kojih su osam nove za nauku. U poslednjih nekoliko godina serija naučnih radova o fauni Balkanskog poluostrva (uključujući i grčka ostrva), Iberijskog poluostrva i Turske je publikovana, sa opisima novih vrsta i revidiranjem pojedinih grupa srodnih vrsta (Mengual i sar., 2006; Vujić i sar., 2007, 2011, 2013b, 2015; Marcos-García i sar., 2007, 2011; Ståhls i sar., 2009; Petanidou i sar., 2011; Radenković i sar., 2011; Ricarte i sar., 2012; Popović i sar., 2015; Ačanski i sar., 2016a; Šašić i sar., 2016). Takođe upotrebom integrativne taksonomije, razrešavani su taksonomski problemi unutar pojedinih grupa srodnih

vrsta, poput *aureus*, *avidus*, *desuturinus*, *nigritarsis* i *ruficornis* grupe (Milankov i sar., 2008a, 2008b, 2009; Francuski i sar., 2009, 2011; Vujić i sar., 2012, 2013b; Popović i sar., 2015; Ačanski i sar., 2016a; Šašić i sar., 2016).

Iako je ovaj rod bio predmet intenzivnih istraživanja tokom poslednje dve decenije, taksonomski status mnogih palearktičkih vrsta je još uvek nejasan. Nedostatak razlika u građi genitalnog aparata mužjaka kod pojedinih taksona dodatno otežava identifikaciju, kao i prisutna intra-specijska morfološka varijabilnost detektovana kod mnogih vrsta. Još uvek ne postoji ni jedan ključ za determinaciju koji obuhvata sve evropske vrste.

Na osnovu morfoloških i molekularnih karaktera, rod *Merodon* je podeljen na četiri monofiletske klade: *aureus*, *albifrons*, *desuturinus* i *nigritarsis* (Mengual i sar., 2006; Šašić i sar., 2016).

2.2.1 *MERODON AUREUS* GRUPA

Vrste koje pripadaju *Merodon aureus* grupi (*sensu* Radenković i sar., 2011) odlikuju sledeće morfološke osobine adultnih jedinki: sitne (8-13,3 mm) sa zaobljenim abdomenom; mužjaci imaju upadljiv trn na trohanteru zadnje noge i jednostavan, skoro identičan genitalni aparat kod koga nije razvijen anteriorni lobus surstila, a lateralni sklerit edeagusa je redukovan (Vujić i sar., 2007).

Pripadnike ove grupe karakteriše prisustvo veoma suptilnih morfoloških karaktera (ranije posmatrano kao velika morfološka varijabilnost vrsta), zbog čega su bile predmet mnogobrojnih taksonomskih istraživanja. Takođe, građa genitalnog aparata mužjaka kao pouzdan takonomski karakter nije u potpunosti primenljiv zbog skoro identičnog izgleda kod svih vrsta iz ove grupe.

U ranijoj literaturi za centralnu i jugoistočnu Evropu se pojavljuju dva imena za jedinke koje morfološki pripadaju *aureus* grupi: *Merodon aeneus* Meigen, 1822 i *Merodon cinereus* (Fabricius, 1794). Thompson (2005) u svetskoj bazi podataka za dvokrilce - Biosystematic Database of World Diptera (BDWD) navodi *Merodon aureus* Fabricius, 1805 kao stariji sinonim od *M. aeneus*. Ova sinonimija je prihvaćena, te se naziv *M. aureus* navodi kao validan u narednim publikacijama (Marcos-García i sar., 2007; Milankov i sar., 2008b; Francuski i sar., 2011). Bilo je poznato sedam sinonima za vrstu *M. aureus* (*M. aeneus*; *Merodon pumilus* Macquart, 1849; *Merodon osmioides* Perris, 1857; *Merodon aerarius* Rondani, 1857; *Merodon unicolor* Strobl, 1909; *Merodon crassitarsatus* Gil Collado, 1930; *Merodon fulvus* Gil Collado, 1930) i četiri za *M. cinereus* (*Merodon posticatus* Meigen, 1822; *Merodon subfasciatus* Rondani, 1845; *Merodon pudicus* Rondani, 1857; *Merodon atripes* Bigot, 1884) (Peck, 1988).

Revizijom *Merodon* vrsta sa Iberijskog poluostrva, Marcos-García i sar. (2007) su opisali dve nove vrste za nauku iz *aureus* grupe - *Merodon legionensis* Marcos-García, Vujić et Mengual, 2007 i *Merodon quercetorum* Marcos-García, Vujić et Mengual, 2007. Zabeleženo je ukupno šest vrsta na Iberijskom poluostrvu iz ove grupe: *Merodon chalybeus* Wiedemann, 1822; *M. legionensis*; *M. pumilus*; *Merodon unguicornis* Strobl, 1909; *M. unicolor* i *M. quercetorum*. Za *M. chalybeus* ustanovljen je mlađi sinonim *Merodon spicatus* Becker, 1907. U Katalogu palearktičkih diptera (Peck, 1988) *M. pumilus* i *M. unicolor* se navode kao sinonimi od *M. aeneus*. Na osnovu morfoloških karaktera (Marcos-García i sar., 2007) i

molekularnih podataka (Ståhls i sar., 2009) utvrđeno je da se ovi taksoni razlikuju od *M. aeneus*, te su redefinisani u validne vrste (Marcos-García i sar., 2007).

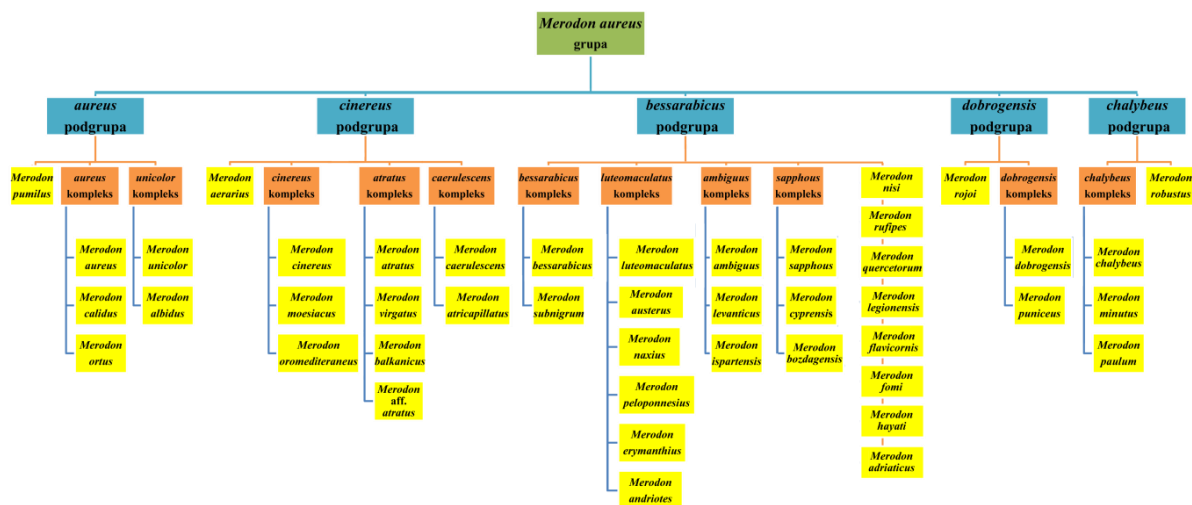
Prema Vujić i sar. (2007) ova grupa vrsta obuhvata veliki broj taksona iz šire oblasti Mediterana, od kojih su mnoge lokalni endemi. Prema Marcos-García i sar. (2007) većina Iberijskih vrsta iz ove grupe su endemi, sa izuzetkom *M. chalybeus*.

Zbog izražene morfološke varijabilnosti vrste *M. aureus* i *M. cinereus* su bile predmet analize nekoliko publikacija u poslednjoj deceniji. Morfološka varijabilnost, taksona *M. aureus* i *M. cinereus* je pretežno vezana za obojenost dlaka (na očima, toraksu, nogama i abdomenu) i finu strukturu integumenta na mezonotumu i tergitema abdomena. Milankov i sar. (2008b) su analizom genetske strukture populacija *M. aureus* i *M. cinereus* sa Balkanskog poluostrva identifikovali šest kriptičnih taksona: *M. aureus* A, *M. aureus* B, *M. aureus* C, *M. cinereus* A, *M. cinereus* B i *M. cinereus* C. *Merodon aureus* C se na osnovu dijagnostičkih lokusa Aat, Had, Me i Sod-1 odvajaju od *M. aureus* A i *M. aureus* B. Identifikacija i razdvajanje *M. cinereus* A i *M. cinereus* B je moguća na osnovu Had lokusa. Populacije *M. cinereus* B (Prokletije) i *M. cinereus* C (Šar planina) se razdvajaju na osnovu alelskih promena u Gpi i Me lokusima. Taksoni *M. aureus* A i B, kao i *M. cinereus* A i C, se ne mogu razdvojiti uz pomoć morfoloških karaktera, tako da se razlikuju samo četiri morfotipa. Uočeno je neslaganje u rezultatima između alozimskih i COI markera. Ustanovljeno je ukupno 10 haplotipova u okviru 22 analizirane jedinke. Na osnovu haplotipova formirane su dve grupe koje se međusobno razlikuju po više od 38 nukleotidnih promena. U jednoj grupi se nalaze *M. aureus* A (haplotip I i II) i *M. aureus* B (haplotip III) i oni se jasno razdvajaju na osnovu COI markera. Drugu grupu čine *M. aureus* C, *M. cinereus* A, *M. cinereus* B i *M. cinereus* C. Četiri haplotipa IV, V, VI i VII odgovaraju *M. aureus* C, ali populacija *M. aureus* C iz Morinja deli VII haplotip sa *M. cinereus* B i *M. cinereus* C. Haplotip VIII odgovara *M. cinereus* A. *Merodon funestus*-u pripadaju haplotipovi IX i X i čini posebnu grupu, udaljenu od *aureus/cinereus* kompleksa sa velikim brojem jedinstvenih nukleotidnih promena. Dalje, uočena je varijabilnost u vrstispecifičnim alelima između populacija *M. cinereus* B sa Durmitora i Prokletija, ali bez podrške morfoloških i razlika u COI sekvenci. Molekularne analize su pokazale da su *M. aureus* A i *M. aureus* B monofiletska grupa, dok je *M. funestus* genetski najudaljenija vrsta. *Merodon cinereus* A je jasno definisana evolutivna jedinica, jer se uprkos nedostatku morfoloških karaktera za razlikovanje od *M. cinereus* C, jasno odvajaju na osnovu alozima i COI sekvence. Status taksona *M. aureus* C, *M. cinereus* B i *M. cinereus* C je ostao nejasan. Oni se razdvajaju

na osnovu alozima, dok je analizom COI sekvence utvrđeno da dele haplotipove. Dodatno, odnosi između taksona *M. aureus* i *M. cinereus* su analizirani varijacijom u veličini i obliku krila. Rezultati su u skladu sa molekularnim istraživanjima i na osnovu oblika krila unutar *aureus* i *cinereus* kompleksa se razdvajaju sledeći taksoni: *M. aureus* A, *M. aureus* B, *M. aureus* C, kao i *M. cinereus* A, *M. cinereus* B i *M. cinereus* C. Uočeno je struktuiranje unutar taksona *M. aureus* A i *M. aureus* C. Populacije *M. aureus* A sa Durmitora i Morinja se statistički značajno razlikuju u obliku krila, što je slučaj i sa populacijama *M. aureus* C sa ovih lokaliteta. Iako je uočeno alozimsko struktuiranje populacija *M. cinereus* C sa Durmitora i Prokletija, ove populacije se ne razlikuju u obliku krila (Francuski i sar., 2011).

Od ukupno 114 evropskih vrsta *Merodon*-a navedenih u Speight (2015), 16 pripada ovoj grupi: *M. aeneus*; *Merodon ambiguus* Bradescu, 1986; *Merodon bessarabicus* Paramonov, 1924; *Merodon caerulescens* Loew, 1869; *M. chalybeus*; *M. cinereus*; *Merodon dobrogensis* Bradescu, 1982; *Merodon hayati* Hurkmans, 1997; *M. legionensis*; *Merodon minutus* Strobl, 1893; *M. pumilus*; *Merodon puniceus* Vujić, Radenković et Pérez-Bañón, 2011; *M. quercetorum*; *Merodon sapphous* Vujić, Pérez-Bañón et Radenković, 2007; *M. unguicornis* i *M. unicolor*.

Prema najnovijim istraživanjima na području Evrope, *M. aureus* grupu čine pet podgrupa definisanih na osnovu morfoloških varijacija (Šašić i sar., 2016). Unutar podgrupa se razlikuju kompleksi vrsta koji se sastoje od taksona nerazdvojivih upotrebom tradicionalnih morfoloških karaktera, već kombinacijom morfometrijskih i genetičkih podataka (Slika 1).



Slika 1. Podela *Merodon aureus* grupe na podgrupe i komplekse vrsta.

2.2.1.1 *Merodon aureus* podgrupa

Merodon aureus podgrupa se sastoji od blisko srodnih taksona, često teško razdvojivih na osnovu morfoloških karaktera: kompleksi *M. aureus* i *M. unicolor*, vrsta *M. pumilus*. Areal vrsta iz ove podgrupe obuhvata Mediteranski basen (Prilog 1).

Fabricius je opisao vrstu *M. aureus* 1805. godine. Do nedavno je ona imala status sinonima vrste *M. aeneus*. Thompson (2005) u Bazi podataka za dvokrilce navodi ovu vrstu kao stariji sinonim vrste *M. aeneus*. Marcos-García i sar. (2007) su na osnovu originalnog opisa i pregleda muzejskog materijala potvrdili ovako stanovište. Takođe, *M. unicolor* i *M. pumilus* su navođeni kao sinonimi vrste *M. aeneus*. *Merodon unicolor* je prvobitno opisan kao varijetet vrste *M. aeneus*. Na osnovu morfoloških i molekularnih rezultata Marcos-García i sar. (2007) im vraćaju status validnih vrsta.

Merodon aureus kompleks se sastoji od tri vrste *M. aureus*, *Merodon calidus*, in litt. i *Merodon ortus*, in litt. Areal *M. aureus* obuhvata centralnu Evropu, Apeninsko i Balkansko poluostrvo, dok je distribucija *M. calidus* vezana za obalu Jadranskog mora, Grčke i Đerdapsku klisuru. *Merodon ortus* je azijska vrsta, rasprostranjena duž južne obale Kaspijskog mora (Prilog 1A).

Merodon unicolor kompleks čine dva morfološki neodvojiva taksona *M. unicolor* i *Merodon albidus*, in litt. Areal vrste *Merodon albidus* obuhvata zapadni i centralni deo Turske i geografski je izolovan od *M. unicolor*, taksona rasprostranjenog na Iberijskom poluostrvu (Prilog 1B).

2.2.1.2 *Merodon cinereus* podgrupa

Unutar *M. cinereus* podgrupe moguće je prepoznati četiri morfološka taksona: *M. aerarius*, *Merodon atratus* (Oldenberg, 1919), *M. cinereus* i *M. caeruleascens*.

Rondani je opisao vrstu *Merodon aerarius* 1857. godine na osnovu tipskog materijala iz Italije (Parma). U Bazi podataka za dvokrilce (Pape i Thompson, 2013) *M. aerarius* se navodi kao mlađi sinonim vrste *M. aureus*.

Merodon atratus je prvobitno opisan kao varijetet *M. cinereus* (*Lampetia cinerea* var. *atrata*) na osnovu tri mužjaka. Prema Šašić i sar. (2016) *Merodon atratus* kompleks čine tri planinska kriptična taksona: *M. atratus*, *M. virgatus* Vujić et Radenković, 2016 (*M. cinereus* B prema Milankov i sar., 2008b) i *Merodon balkanicus* Šašić, Ačanski et Vujić, 2016. Vrsta *M. atratus* je rasprostranjena na Alpima, *M. virgatus* duž obale Jadranskog mora i u južnim delovima Balkanskog poluostrva, dok je *M. balkanicus* endem Stare planine (Prilog 1C).

Donedavno je *Merodon cinereus* imao status validne vrste sa arealom koji obuhvata Centralni masiv (Francuska), Alpe, Apeninsko poluostrvo, prostor bivše Jugoslavije, južne delove Rusije, Ukrajinu i severnu Tursku (Speight, 2015). Nova istraživanja ukazuju na postojanje najmanje dva planinska kriptična taksona u sklopu ove vrste na području Balkanskog poluostrva: *Merodon oromediterraneus* Vujić, Radenković et Šašić, in lit. i *Merodon moesiacus* Vujić, Radenković et Ačanski, in lit. (*M. cinereus* A i *M. cinereus* C prema Milankov i sar., 2008b). Vrsta *M. moesiacus* je rasprostranjena duž planinskih masiva centralnog Balkana, dok je *M. oromediterraneus* do sada zabeležena na planinama duž jadranske obale (Velebit, Durmitor, Prokletije i Orjen), planini Stolac u Bosni i Hercegovini i u južnim delovima Balkanskog Poluostrva (Albanija, Makedonija, Srbija i Grčka) (Prilog 1D).

Prema Bazi podataka za dvokrilce (Pape i Thompson, 2013) *M. caerulescens* ima status validne vrste. Opisana je na osnovu tipskog materijala sa ostrva Rodos (Grčka). Prema Speight-u (2015) areal ove vrste obuhvata južnu Bugarsku i Grčku uključujući Krit i Rodos. Najnovija istraživanja ukazuju na postojanje dva geografski izolovana kriptična taksona: *M. caerulescens* sa Rodosa, i *Merodon atricapillatus*, in lit. sa Krita (Prilog 1E).

2.2.1.3 *Merodon bessarabicus* podgrupa

U okviru *M. bessarabicus* podgrupe moguće je na osnovu morfoloških karaktera razdvojiti četiri taksona: *M. ambiguus*, *M. bessarabicus*, *Merodon luteomaculatus* Vujić, Ačanski et Šašić, in lit. i *M. sapphous*.

Vrsta *Merodon ambiguus* je opisana 1986. godine (Bradescu, 1986) na osnovu tipskog primerka iz crnomorskog regiona Rumunije, lokalitet Tulcea, Alba. Analizom jedinki sa šireg geografskog područja uočeno je prisustvo tri kriptična taksona unutar *M. ambiguus*: *M. ambiguus*, *Merodon ispartensis*, in lit. i *Merodon levanti*, in lit. Areal vrste *M. ambiguus* osim

Rumunije obuhvata obale Crnog mora u Bugarskoj, severoistočne delove Grčke i Đerdapsku klisuru u Srbiji. *Merodon ispartensis* je endem jugozapadnog dela Anadolijskog poluostrva, dok je *M. levanti* vrsta sa distirbucijom u Izraelu (Prilog 1F).

Prema Bazi podataka za dvokrilce (Pape i Thompson, 2013) *M. bessarabicus* ima status validne vrste. Tipiski lokalitet je Moldavija. Prema Speight-u (2015) ovu vrstu nije moguće odvojiti od srodnih taksona prema postojećem ključu. Morfološki je veoma slična vrsti *M. ambiguus*, sa kojom se javlja simpatrički i sinhrono. Vujić i sar. (u pripremi) su uz pomoć metoda integrativne taksonomije izdvojili dva kriptična taksona: *M. bessarabicus* i *Merodon subnigrum*, in lit. Areal vrste *Merodon bessarabicus* je vezan za Anadolijsko poluostrvo, dok je *M. subnigrum* evropska vrsta sa distribucijom na Balkanskom poluostrvu i obalama Crnog mora u Rumuniji (Prilog 1G).

Kao rezultat opsežnih terenskih istraživanja na području Balkanskog poluostrva, otkriven je novi kompleks vrsta (*M. luteomaculatus*) u okviru *M. bessarabicus* podgrupe. Ovaj kompleks sastoji od pet kriptičnih vrsta, koje je moguće razdvojiti kombinacijom karaktera dobijenih različitim metodama integrativne taksonomije: *M. luteomaculatus*, *Merodon andriotes* Vujić, Radenković et Šašić, in lit., *Merodon austerus* Vujić et Radenković, in lit., *Merodon erymanthius* Vujić, Ačanski et Šašić, in lit., *Merodon naxius* Vujić, Ståhls et Šašić, in lit., i *Merodon peloponnesius* Vujić, Radenković, Ačanski et Šašić, in lit.

Vrsta *M. luteomaculatus* se javlja na planinskim masivima zapadnog Balkana (Orijen, Durmitor (Crna Gora), Krupac (Bosna i Hercegovina)). *Merodon austerus* je kontinentalna vrsta sa najširoom distribucijom, koja obuhvata južne i istočne delove Balkanskog poluostrva, od Srbije i Bugarske do Grčke. Jedna populacija ove vrste je zabeležena na samom severu Peloponeza, u nizijama u blizini Patre. Ostale vrste iz ovog kompleksa imaju ograničen areal i predstavljaju lokalne endeme. Vrsta *Merodon erymanthius* je planinski endem severnog Peloponeza (planine Erimantos i Helmos), a *M. peloponnesius* je vezana za južne i centralne delove ovog poluostrva (Areopoli, Karyes, Kardaras), dok su *M. androites* i *M. naxius* endemi ostrva Andros i Naksos u arhipelagu Kikladi (Prilog 1H).

Merodon sapphous je endem opisan sa ostrva Lezbos (Grčka) (Vujić i sar., 2007), a kasnije zabeležen i u susednom, zapadnom regionu Turske (Isparta). Mitohindrijalnim COI barkodingom je potvrđena pripadnost ove vrste *M. aureus* grupi (Ståhls i sar., 2009). Populacije sakupljene sa područja Kipra i zapadne Turske, iako morfološki neodvojive od vrste

sa Lezbosa, pripadaju zasebnim genetičkim entitetima: *Merodon cyprensis*, in lit. je endem Kipra, a *Merodon bozdagensis*, in lit. zapadne Turske (planine Bozdag) (Prilog 1I).

2.2.1.4 *Merodon dobrogensis* podgrupa

U okviru *M. dobrogensis* podgrupe izdvajaju se *M. dobrogensis* kompleks i vrsta *Merodon rojoi*, in lit.

Merodon dobrogensis kompleks se sastoji od dve morfološki slične vrste: *Merodon dobrogensis* i *Merodon puniceus*.

Vrsta *Merodon dobrogensis* je opisana 1982. godine na osnovu materijala iz crnomorskog regiona Rumunije (visoravan Dobrudža, Hagien) (Bradescu, 1982). Kasnije je ova vrsta sem u Rumuniji, registrovana i u severoistočnoj Grčkoj (Evros). Druga vrsta iz ovog kompleksa, *Merodon puniceus* je opisana na osnovu materijala prikupljenog na egejskom ostrvu Lezbos, ali je potom zabeležena i u egejskom delu Turske. Speight (2015) smatra da je, zbog izražene morfološke sličnosti sa *M. dobrogensis*, potrebno revidirati status vrste *M. puniceus* (Prilog 1J).

Vrsta *Merodon rojoi* je rasprostranjena u centralnoj Grčkoj i Peloponezu (Prilog 1J). Od vrsta iz *M. dobrogensis* kompleksa se razlikuje po obojenosti i dužini dlaka na očima i telu.

2.2.1.5 *Merodon chalybeus* podgrupa

Merodon chalybeus podgrupa se sastoji od kompleksa vrsta *M. chalybeus* i srodne vrste *Merodon robustus*, in lit.

Vrsta *M. chalybeus* je opisana na osnovu tipske jedinice iz Portugalije. Ranije je u literaturi navođena pod imenom *Merodon spicatus*, a njen status je redefinisao od strane Marcos-García i sar. (2007). Prema autorima, areal vrste *M. chalybeus* obuhvata Španiju, Portugaliju, Maroko, južnu Francusku i mediteranske delove bivše Jugoslavije.

Strobl je 1893. opisao drugu vrstu, *Merodon minutus* na osnovu tipskog materijala iz Dalmacije. U literaturnim navodima distribucija ove vrste (južna Francuska, obala Jadranskog

mora, Grčka, Krit i Maroko) se poklapa sa distribucijom *M. chalybeus* (Speight, 2015). Obzirom da je ove dve vrste nemoguće razdvojiti uz pomoć morfoloških karaktera, neophodne su bile dodatne analize i ponovno definisanje njihovog areala.

Analizom materijala sa šireg područja Mediterana, uz upotrebu integrativne taksonomije, uočena je struktuiranost vrste *M. chalybeus* i unutar nje su prepoznata tri geografski izolovana, kriptična taksona: *M. chalybeus*, *Merodon paulum*, in lit. i *M. minutus*. Distribucija *M. chalybeus* obuhvata Iberijsko poluostrvo i Magreb. *Merodon paulum* je endem Sicilije, dok su populacije *M. chalybeus* sa Balkanskog poluostrva i Krita identifikovane kao *M. minutus* (Vujić i sar., u pripremi) (Prilog 1K).

M. robustus se od srodnih vrsta iz *M. chalybeus* kompleksa, razlikuje potpuno nepoprašenim tergitima kod oba pola i svetlim dlakama na tergitima. Ova vrsta je endem grčkog ostrva Samos (Prilog 1K).

2.2.2 *MERODON NANUS* GRUPA

Vrste iz *Merodon nanus* grupe podsećaju po habitusu na pripadnike *Merodon aureus* grupe, ali se od nje jasno razlikuju po odsustvu trna na metatrohanteru i drugačijoj građi genitalnog aparata mužjaka. Vrstu *Merodon nanus* je opisao Sack (1931) pod imenom *Lampetia nana*. Donedavno nije bilo puno podataka o ovoj vrsti. U publikacijama su se pojavljivali pojedinačni nalazi ove vrste na području: Grčke (Ståhls i sar., 2009; Ricarte i sar., 2012), Kavkaza (Gruzija, Jermenija) (Kustov, 2006), Turske (Saribiyik, 2003; Vujić i sar., 2011), Irana (Khaghaninia i sar., 2010) i Iraka (Speight, 2012).

Hurkmans (1987) je opisao vrstu *Merodon telmateia* iz istočne Turske (provincija Kars) koja je morfološki veoma slična vrsti *Merodon nanus*. Kasnije je njeno prisustvo potvrđeno i u centralnoj Turskoj (Reemer i Smit, 2007; Vujić i sar., 2011) i Grčkoj (Vujić i sar., 2011). Obe vrste morfološki veoma podsećaju na vrste *Merodon spinitarsis* Paramonov, 1929 i *Merodon syriacus* Paramonov, 1929, ali ih je moguće jasno razdvojiti na osnovu građe genitalnog aparata mužjaka i srebrnom odsjaju (Hurkmans i Hayat, 1997).

Vujić i sar. (2015) su opisali tri nove vrste, ranije navođene pod imenom *Merodon nanus*: *Merodon kopensis* Vujić et Hayat, 2015, *Merodon neonanus* Vujić et Taylor, 2015 i *Merodon rasicus* Vujić et Radenković, 2015. *Merodon nanus* je široko rasprostranjena vrsta, prisutna na grčkom ostrvu Lezbos, centralnom i istočnom delu Turske, Kavkazu, Siriji, Izraelu i Iranu (Prilog 2A). *Merodon kopensis* je endem Anadolijskog poluostrva. Vrsta nastanjuje visoke planine centralne i istočne Turske i jugozapadni deo na planinama u okolini Mugle (Prilog 2B). *Merodon neonanus* se javlja u istočnom (Erzurum) i zapadnom delu (Egejski i Mediteranski region) Turske, Makedoniji i Grčkim ostrvima Samos i Hios (Prilog 2C). *Merodon rasicus* je široko rasprostranjena vrsta, od Irana i Turske na istoku, do Grčke i Srbije na zapadu (Prilog 2D). *Merodon telmateia* je vrsta sa diskontinuiranim arealom koji na zapadu obuhvata grčko ostrvo Samos i mediteranski region Turske, a na istoku Kavkaz i istočnu Tursku. Diskontinuitet areala je prisutan u centralno-anadolijskoj regiji (Prilog 2E).

2.2.3 *MERODON AVIDUS* KOMPLEKS VRSTA

Merodon avidus kompleks vrsta pripada *nigritarsis* grupi u širem smislu Mengual i sar. (2006). Mengual i sar. (2006) su analizom COI sekvenci identifikovali četiri klade unutar roda *Merodon* sa Iberijskog poluostrva, a među njima i *nigritarsis* grupu sa vrstama: *Merodon avidus* B sensu Milankov i sar., 2001, *Merodon elegans* Hurkmans 1993, *Merodon serrulatus* Wiedemann, 1822 i *M. nigritarsis*. Hurkmans (1993), Radenković i sar. (2011), Vujić i sar. (2013b) su dali dijagnostičke karaktere za vrste iz *nigritarsis* grupe u užem smislu. Hurkmans (1993) je na osnovu apomorfnihih karaktera genitalnog aparata mužjaka u ovu grupu svrstao samo dve vrste *Merodon femoratoides* Paramonov, 1925 i *M. nigritarsis*, a Radenković i sar. (2011) su dodali još i novoopisanu vrstu *Merodon latifemoris* Radenković et Vujić, 2011 i *Merodon toscanus* Hurkmans, 1993. Kasnije su Vujić i sar. (2013b) opisali još tri nove vrste iz ove grupe i revidirali ukupno 15 vrsta: *Merodon angustus* Vujić et Radenković, 2013; *Merodon crassifemoris* Paramonov, 1925; *M. femoratoides*; *M. latifemoris*; *M. nigritarsis*; *Merodon nitidifrons* Hurkmans, 1993; *Merodon quadraticus* Vujić et Radenković, 2013; *Merodon taniniensis* Hurkmans, 1993; *Merodon testaceus* Sack, 1913 i *M. toscanus* i vrste iz tzv. *Merodon alagoezicus* kompleksa: *Merodon alagoezicus* Paramonov, 1925; *Merodon hakkariensis* Vujić et Radenković, 2013; *Merodon lucasi* Hurkmans, 1993; *Merodon satgadensis* Hurkmans, 1993 i *Merodon schachtii* Hurkmans, 1993.

Merodon avidus je najzastupljeniji i široko rasprostranjen kompleks blisko srodnih vrsta (Speight, 2015). Vrstu *M. avidus* opisao je Rossi, 1790 pod nazivom *Syrphus avidus*. Varijabilnost određenih karaktera poput obojenosti antena, nogu i abdomena onemogućava sigurnu identifikaciju pojedinih jedinki, te je ova vrsta opisana pod 24 različita imena: *Syrphus avidus* Rossi, 1790; *Syrphus spinipes* Fabricius, 1794; *Merodon serrulatus*; *Merodon italicus* Rondani, 1845; *Merodon rufitibius* Rondani, 1845; *Merodon graecus* Walker, 1852; *Merodon aurifer*, Loew, 1862; *Merodon quadrilineatus*, Lioy, 1864; *Merodon avidus*, Rondani 1845; *Lampetia avida*, Seguy 1961; *Milesia spinipes*, Latreille 1804; *Merodon spinipes*, Fabricius 1805; *Lampetia spinipes*, Oldenberg 1919; *Merodon serrulatus*, Schiner 1857; *Lampetia serrulata*, Sack 1931; *Merodon italicus*, Rondani 1857; *Lampetia italica*, Sack 1931; *Merodon rufitibius*, Rondani 1857; *Lampetia rufitibia*, Sack 1931; *Merodon graecus*, Schiner 1857; *Merodon aurifer*, Peck 1988; *Lampetia aurifera*, Sack 1931; *Merodon quadrilineatus*, Peck 1988; *Lampetia quadrilineata*, Sack 1931. Hurkmans (1993) je izdvojio *avidus* grupu na osnovu apomorfnihih karaktera abdomena i anteriornog lobusa surstila genitalnog aparata

mužjaka i u nju svrstao samo jednu vrstu. Visoku varijabilnost karaktera ove vrste objašnjava pretpostavkom da su veličina i obojenost jedinki povezani sa količinom i kvalitetom ishrane u larvalnim fazama. Zbog izražene varijabilnosti karaktera ovaj takson je bio predmet mnogih istraživanja i dalje predstavlja taksonomski izazov.

Prema Milankov i sar. (2001) ova široko rasprostranjena vrsta je u stvari geografski i genetički struktuiran takson koji obuhvata različite grupe kriptičnih taksona. Alozimskim i morfološkim analizama jedinki sa Balkanskog poluostrva je utvrđeno da se ovaj kompleks vrsta sastoji od najmanje dva kriptična taksona, označena kao *Merodon avidus* A sensu Milankov i sar., 2001 i *M. avidus* B. Zabeležena je alozimska varijabilnost dijagnostičkih vrsti specifičnih alela u Idh-2 i Aat lokusima. Na osnovu lokusa Idh-2 ova dva taksona se potpuno razdvajaju (*M. avidus* A Idh-2^d i *M. avidus* B Idh-2^s), dok je alel Aat^e specifičan za *M. avidus* A i zabeležen je samo u pojedinim populacijama *M. avidus* B (Dubašnica i Pindos). Uočena je intraspecijska varijabilnost između pojedinih populacija. Alel Gdp-2 je polimorfan u populacijama *M. avidus* B sa Dubašnice (Srbija) i Pindosa (Grčka), dok je Me lokus polimorfan u *M. avidus* A populacijama sa Dubašnice i Pindosa i *M. avidus* B iz Mavrova (Makedonija). Najveći broj jedinstvenih i retkih alela je detektovan u populaciji *M. avidus* A iz Morinja (Crna Gora). Populacije *M. avidus* B iz Mavrova i Pindosa imaju dva retka alela, dok nijedan jedinstveni alel nije zabeležen u izučavanim populacijama *M. avidus* B (Milankov i sar., 2001).

U daljim istraživanjima Milankov i sar. (2009), su analizirali molekularnu i fenotipsku varijabilnost jedinki iz *avidus* kompleksa, sa Balkanskog poluostrva i Španije. Analiza molekularne varijabilnosti COI sekvencije utvrdila da je sedam haplotipova jedinstveno za *M. avidus* A, šest za *M. avidus* B, dok četiri haplotipa dele ova dva taksona. Na osnovu haplotipova se formiraju dve klade sa više od 29 nukleotidnih promena: jednu kladu čini vrsta *M. bicolor* iz Španije, a drugu *M. avidus* A i *M. avidus* B zajedno. Uprkos izraženoj varijaciji haplotipova, mtDNA COI markeri nisu uspešno razdvojili *M. avidus* A i *M. avidus* B, kao što je bio slučaj sa alozimskim dijagnostičkim lokusima. Unutar *M. bicolor* klade zabeležene su dve nukleotidne promene. Prvobitno je takson iz Španije na osnovu morfoloških karaktera bio identifikovan kao *M. avidus* B (Mengual i sar., 2006; Marcos-García i sar., 2007), zatim je zbog jasnih genetičkih razlika (COI haplotip) i parametara krila redefinisano pod imenom *Merodon bicolor* Gil Collado, 1930 (Milankov i sar., 2009). Konačno, zbog zauzetosti imena *Merodon bicolor* Walker, 1852, prema pravilima Internacionalnog kodeksa zoološke

nomenklature, uspostavljeno novo validno ime *Merodon ibericus* Vujić, 2015 (Popović i sar., 2015). Osim geografske, uočena je i temporalna divergencija unutar mediteranskih populacija *M. avidus* A (Lezbos i Morinj). Budući da ranoprolećne generacije *M. avidus* A sa ovih lokaliteta dele haplotipove sa populacijama *M. avidus* B sa Dubašnice i Durmitora, Milankov i sar. (2009) smatraju da ranoprolećne generacije pripadaju taksonu *M. avidus* B, dok su letnje i jesenje generacije *M. avidus* A. Takođe, dve jedinke (Lezbos i Morinj) koje su genetički jasno odvojene kako međusobno tako i od *M. avidus* A i *M. avidus* B smatraju evoluciono nezavisnim entitetom.

Geometrijsko morfometrijske analize parametara krila su utvrdile varijabilnost u obliku krila, ali bez jasne potvrde o podeli *M. avidus* vrste na dva taksona - *Merodon avidus* A i *M. avidus* B. Uočen je velik stepen sličnosti između alopatričkih metapopulacija ova dva taksona. Populacija *M. avidus* A iz Makedonije i Panonske nizije se preklapala sa populacijom *M. avidus* B sa Durmiora, Stare planine i Kopaonika. Prema parameterima krila populacija *M. avidus* A iz Morinja je najudaljenija, što je u saglasnosti sa rezultatima COI markera (Milankov i sar., 2009).

Analizom vrsta iz roda *Merodon* sa ostva Lezbos, Ståhls i sar. (2009) su COI barkodingom ustanovili prisustvo novog kriптиčnog taksona *M. sp. nova 2* iz *avidus* kompleksa. Ovaj takson se sa četiri jedinstvene nukleotidne promene razlikuje od analiziranih jedinki taksona *M. avidus* A. Ovi taksoni su morfološki veoma slični, skoro nerazdvojivi, posebno ženke. Takođe, kod jedne od tri analizirane jedinke *M. avidus* A je prisutna jedna jedinstvena nukleotidna promena (Ståhls i sar., 2009). Prema Speight-u (2015), trebalo bi izvršiti detaljnu analizu ovog kompleksa na području Evrope jer se ne može sa sigurnošću tvrditi da postoje samo dva kriптиčna taksona pod imenom *M. avidus*.

U najnovijoj analizi, Popović i sar. (2015) su na osnovu materijala prikupljenog tokom proleća, leta i jeseni, sa većeg broja lokaliteta sa šireg geografskog područja, razrešili status vrsta *M. avidus* kompleksa. Na osnovu ovih rezultata i rezultata Ståhls i sar. (2009) i Ačanski i sar (2016a), *M. avidus* kompleks se sastoji od četiri vrste: *M. avidus*, *Merodon moenium* Wiedemann, 1822, *M. ibericus* i *Merodon megavidus* Vujić et Radenković, 2016.

Areal vrste *Merodon avidus* obuhvata mediteranski basen (južna Francuska, Italija, obala Jadranskog mora, južna BiH, Crna Gora, Albanija, Makedonija, Grčka, Turska, Izrael i Kipar), Srbiju, istočnu Bugarsku i Krim (Prilog 3A). Vrsta *Merodon moenium* je široko

rasprostranjena, od kontinentalnog dela Evrope (Francuska, Holandija, Nemačka, Poljska, Češka, Danska, Južna Švedska, Švajcarska, Slovačka, Slovenija, Rumunija i Srbija) preko pojedinih delova mediteranskog basena (južna Francuska, Korzika, Italija sa Sicilijom, Jadranski region Hrvatske i Bosne, Crna Gora, Makedonija i Grčka) do obale Crnog mora (Bugarska) (Prilog 3B). Vrsta *M. ibericus* se javlja u zapadnom Mediteranu, na Iberijskom poluostrvu i Maroku (Prilog 3B). *Merodon megavidus* je endem grčkog ostrva Lezbos (Prilog 3B).

2.2.4 *MERODON RUFICORNIS* GRUPA

Vrste iz *M. ruficornis* grupe dele kombinaciju karaktera pomoću kojih se jasno odvajaju od ostalih *Merodon* grupa. Mužjaci imaju upadljiv izraštaj na zadnjim ekstremitetima (trohanteru, femuru i tibiji) i zakrivljeni posteriorni režanj surstila genitalnog aparata mužjaka. Koksa srednje noge je dlakava posteriorno, dok su toraks i prednji anepisternum bez dlaka u delu koji se nalazi ventralno do postpronotuma. Na abdomenu, jedino drugi tergite poseduje jasne crvene bočne oznake. Najnovije molekularne analize, bazirane na COI i 28S genskim regionima potvrđuju mesto *ruficornis* grupe kao monofiletske klade unutar *albifrons* linije. Morfološki karakteri takođe potvrđuju monofiliju ove grupe. Ova grupa pokazuje veoma nisku divergenciju COI sekvenci između pojedinih parova vrsta (*Merodon auripes* Sack, 1913 i *M. loewi*) što ukazuje na moguće skoro razdvajanje ovih vrsta (Vujić i sar., 2012).

Merodon ruficornis grupa vrsta bila je predmet mnogih genetičkih istraživanja, posebno fokusiranih na analizu alozima, nuklearnog i mitohondrijalnog genoma. Populaciono-genetičke analize vrsta *Merodon armipes* Rondani, 1843, *Merodon trebevicensis* Strobl, 1900, *M. loewi*, *Merodon ruficornis* Meigen, 1822 i *M. auripes* otkrile su prisustvo alela specifičnih za vrstu i njihovih kombinacija u delu istraživanih lokusa. Jasne genetičke granice između vrsta su definisane na osnovu dijagnostičkih alozimskih lokusa i fiksiranih razlika u alelima u Aat, Fum, Gpi, Had, Hk-2, Hk-3, Mdh-2, Me, Pgm i Sod-1 alozimskim lokusima, dok je *M. ruficornis* grupa definisana na osnovu brojnih apomorfničkih karaktera, posebno po građi genitalnog aparata mužjaka i zadnjih ekstremiteta. Osim alela koji se mogu koristiti za identifikaciju vrsta, uočeni su genotipovi u određenim lokusima koji omogućavaju definisanje grupe vrsta (Milankov i sar., 2002). Milankov i sar. (2008a) su analizirali genetički diverzitet 11 populacija, pet vrsta *Merodon ruficornis* grupe (*M. ruficornis*, *M. trebevicensis*, *M. auripes*, *M. armipes* i *M. loewi*) na Balkanskom poluostrvu koristeći alozime i mitohondrijalnu COI. Analizom alozimske varijabilnosti u populacijama *M. ruficornis* grupe otkriveno je prisustvo 48 alela u 17 lokusa. Najveći broj alela i genotipova je otkriven u Had lokusu, dok je najveća heterozigotnost detektovana u Pgm lokusu. U skladu sa prethodnim istraživanjem, alozimi su se pokazali uspešnim u identifikaciji vrsta iz ove grupe, dok se COI sekvencija pokazala delimično efikasnom. U većini slučajeva COI sekvencija između članova *M. ruficornis* grupe je bila različita. Dijagnostički alozimski lokusi i različiti mtDNA haplotipovi potvrđuju da nema razmene gena između istraživanih vrsta *Merodon ruficornis* grupe i da one predstavljaju nezavisne evolucione jedinice. Za vrste *M. auripes*, *M. armipes* i *M. ruficornis* utvrđen je

najveći stepen genetičke sličnosti, dok su vrste *M. loewi*, *M. trebevicensis* i klada *M. armipes*, *M. auripes* i *M. ruficornis* međusobno genetski najudaljenije (Milankov i sar., 2008a). Vrste *M. auripes* i *M. ruficornis* se jasno razdvajaju na osnovu molekulranih markera (alozimi i COI mtDNA) (Milankov i sar., 2002, 2008a) i morfometrijskih parametara krila (Francuski i sar., 2009). Kod alopatričkih vrsta *M. armipes* i *M. auripes* uočeno neslaganje između morfoloških i alozimskih karaktera. Bez obzira na jasnu razliku u građi sternita 4 kod ženki i specifičnog oblika zadnjih nogu kod mužjaka, ove dve vrste se genetički razdvajaju samo na osnovu jednog lokusa (Had) (Milankov i sar., 2002), ali se jasno razdvajaju pomoću COI markera (Milankov i sar., 2008a) i parametara oblika krila (Francuski i sar., 2009). Neslaganje između nuklearnih DNA i mtDNA markera je uočeno u slučaju vrsta *M. loewi* i *M. armipes*. Između ovih vrsta postoje jasne morfološke razlike u građi sternita IV, zadnjih nogu i obliku krila (Francuski i sar., 2009). Takođe, dijagnostički alozimski lokusi Aat, Hk-2, Hk-3, Had i Mdh-2 jasno ukazuju na razdvojenu genetičku istoriju ove dve vrste (Milankov i sar., 2002). Analiza populaciono-genetičke strukture pokazala je veliku razliku između analiziranih vrsta. Populacije *M. trebevicensis*, *M. loewi*, *M. ruficornis* i *M. auripes* sa Dubašnice su varijabilnije od konspecifičnih populacija *M. ruficornis* i *M. auripes* sa Durmitora, *M. loewi* sa Pindosa i *M. trebevicensis* i *M. auripes* sa Vršaćkih planina. Najveći broj jedinstvenih alela je detektovan u populacijama sa Dubašnice, i to devet kod vrste *M. loewi*, i sedam u populacijama *M. ruficornis* i *M. armipes*. Visoko signifikantno odstupanje od Hardy-Weinbergovog ekvilibrijuma kod populacija vrsta *M. armipes*, *M. loewi*, *M. auripes* i *M. ruficornis* sa Dubašnice ukazuje na moguće populaciono podstruktuiranje ili različiti genski fond. Analizom mtDNA COI sekvence u okviru 22 analizirana primerka identifikovano je ukupno 10 haplotipova (haplotip I - *M. ruficornis* sa Dubašnice; II - *M. ruficornis* sa Dubašnice i Durmitora; III - *M. auripes* sa Durmitora i Dubašnice; IV - *M. ruficornis* sa Durmitora; V i VI - *M. loewi* sa Dubašnice; VII - *M. armipes* sa Durmitora i *M. loewi* sa Dubašnice i Pindosa; VIII - *M. trebevicensis* sa Vršaćkih planina i Dubašnice; IX i X - *M. trebevicensis* sa jezera Mavrovo). Velika intraspecijska razlika u COI sekvencama je zabeležena u populacijama *M. trebevicensis* sa jezera Mavrovo (Makedonija) i Dubašnice i Vršaćkih planina zajedno. Populacija *M. trebevicensis* sa jezera Mavrovo poseduje jedinstveni mtDNA haplotip, te se može smatrati evoluciono nezavisnom jedinicom i mogućom kriptičnom vrstom. Takođe, intrapopulacioni diverzitet COI haplotipa, registrovan u populacijama *M. loewi* i *M. ruficornis* sa Dubašnice i *M. ruficornis* sa Durmitora, ukazuje na moguće prisustvo kriptičnih vrsta i različite genske fondove. Identifikovana je intraspecijska varijabilnost oblika krila kod svih

aliziranih vrsta, sa izuzetkom *M. ruficornis*. *Merodon trebevicensis* sa jezera Mavrovo se jasno razlikuje od populacija sa Dubašnice i Vršačkih planina (Francuski i sar., 2009).

Uspešnost COI barkodova u razdvajanju osam vrsta iz ove gupe sa ostrva Lezbos (Grčka) testirana je od strane Ståhls i sar. (2009). Između ostalog, pokazali su da COI nije uspešan u razdvajanju vrste *M. loewi* i *Merodon papillus* Vujić, Perez-Banon et Radenković, 2007 bez obzira na njihovu morfološku divergenciju. Utvrđeno je da COI barkod nije dovoljan za razdvajanje ovih vrsta i da je za identifikaciju neophodno koristiti morfološke karaktere i/ili dodane genske regione koji imaju vrstama specifične genotipove. Prema Ståhls i sar. (2009) ova grupa vrsta zahteva dodatno istraživanje.

U prethodnih nekoliko godina opisane su četiri vrste nove za nauku iz ove grupe za Evropu: *Merodon papillus*, sa ostrva Lezbos (Vujić i sar., 2007), *Merodon alexandri* Popov, 2010, endem ukrajinskih i ruskih stepa (Popov, 2010), *Merodon gallicus* Vujić et Radenković, 2012 iz Francuske i *Merodon hoplitis* Hurkmans, 2012 sa Dinarida uz Jadransko more (Vujić i sar., 2012), a čak šest novih vrsta je opisano iz Turske: *Merodon ilgazense* Vujić, Marcos-Garcia, Saribiyik et Ricarte, 2011 (Vujić i sar., 2011), *Merodon lamellatus* Vujić et Radenković, 2012, *Merodon nigripodus* Vujić et Hayat, 2012, *Merodon ovaloides* Vujić et Radenković, 2012, *Merodon ponticus* Vujić et Radenković, 2012 i *Merodon turcicus* Vujić et Hayat, 2012 (Vujić i sar., 2012).

Radenković i sar. (2002) su ustanovili sinonime za određene vrste analizom dostupnog tipskog materijala iz zbirki Strobl-a, Rondani-ja i Meigen-a: *Merodon recurvus* Strobl, 1898 i *Merodon strobli* Bradescu, 1986 su postali mlađi sinonimi vrste *M. ruficornis*, a *Merodon crymensis* Paramonov, 1925 sinonim od *M. trebevicensis*. Takođe označen je lektotip vrste *M. ruficornis*. Prema Milankov i sar. (2002) *M. ruficornis* i *M. recurvus* su dva jasno odvojena taksona, ali su u stvari bile u pitanju vrste *M. auripes* i *M. ruficornis* u skladu sa poslednjim nomenklaturnim promenama (Milankov i sar., 2008a).

Na osnovu revizije izvršene od strane Vujić i sar. (2012), *Merodon ruficornis* grupa se sastoji od 18 blisko srodnih vrsta: *Merodon abruzzensis* Van der Goot, 1964; *M. alexandri*; *M. armipes*; *M. auripes*; *M. gallicus*; *M. hoplitis*; *M. ilgazense*; *M. lamellatus*; *M. loewi*; *M. nigripodus*; *M. ovaloides*; *M. papillus*; *Merodon planiceps* Loew, 1862; *M. ponticus*; *Merodon portschinskyi* Stackelberg, 1924; *M. ruficornis*; *M. trebevicensis*; *M. turcicus*.

Distribucija *ruficornis* grupe je pretežno vezana za Mediteran, ali bez predstavnika na Iberijskom poluostrvu (Prilog 4). Interesantno je da neke od morfološki bliskih vrsta imaju sličan distribucijski obrazac. *Merodon ruficornis* je široko rasprostranjena vrsta u Evropi i ima dve morfološki veoma bliske vrste sa ograničenim arealom: *M. abruzzensis* i *M. lamellatus*. *Merodon abruzzensis* je endem Abruzo planina u Italiji, što je blizu južnoj granici areala *M. ruficornis* na Apeninskom poluostrvu, dok *M. lamellatus* ima areal na Kavkazu (Prilog 4A). Takođe, areal *M. planiceps* obuhvata Apeninsko poluostrvo i Anadoliju, dok tri morfološki bliske vrste *M. ovaloides*, *M. portschinskyi* i *M. turcicus* imaju ograničenu distribuciju (Prilog 4D). Pretpostavlja se da je proces specijacije tekao kod geografski izolovanih populacija što je rezultiralo nastajanjem blisko srodnih sestrinskih vrsta u različitim delovima areala zajedničkog pretka (Vujić i sar., 2012). Zbog velike raznovrsnosti, brojnih endemskih i kriptičnih vrsta, *ruficornis* grupa predstavlja izazov za taksonomska istraživanja. Identifikacija ženki na osnovu morfoloških karaktera je u mnogim slučajevima nesigurna. Ženke parova vrsta *M. ruficornis* - *M. abruzzensis*, *M. auripes* - *M. ponticus*, *M. alexandri* - *M. ponticus*, *M. gallicus* - *M. trebevicensis* su morfološki identične, i za sada ih je moguće razdvajati samo po distribucionom obrascu (Vujić i sar., 2012).

Nedostatak konzistentih i pouzdanih karaktera (unutar grupe građa genitalnog aparata mužjaka je veoma slična, a morfološki dijagnostički karakteri ženki slabo razvijeni), neslaganje molekularnih markera za pojedine vrste, kao i prisutna intra-specijska morfološka varijabilnost otežava identifikaciju vrsta unutar *aureus*, *nanus* i *ruficornis* grupa i *avidus* kompleksa roda *Merodon*. Status mnogih taksona iz istraživanih grupa je i dalje nerazjašnjen. Integrativnim pristupom, kombinovanjem morfoloških, genetičkih, morfometrijskih i ekoloških istraživanja je moguće razrešiti taksonomske probleme i nedoumice prisutne u analiziranim grupama.

3. MATERIJAL I METODE

3.1 MATERIJAL

U radu je analizirano 6.551 jedinki iz istraživanih grupa sa područja Palearktika (42 države i 1.245 lokaliteta). Materijal je sakupljan u periodu od 1829. do 2015. godine. Deo materijala je deponovan u muzejskim zbirkama većine evropskih muzeja: Benediktinerstift Admont, Austrija; Hrvatski prirodoslovni muzej, Zagreb, Hrvatska; Prirodnjački muzej Makedonije (Природонаучен музеј на Македонија - Скопје), Skopje, Republika Makedonija; Musee National d'Histoire Naturelle, Pariz, Francuska; Museo Zoologico La Specola, Firenca, Italija; National Museum, Prague, Češka; Natural History Museum, London, Velika Britanija; Naturalis Biodiversity Center, Leiden, Holandija; Naturhistorisches Museum Wien, Austrija; Prirodnjački muzej Beograd, Republika Srbija; Tel Aviv University, Izrael; Ukrainian Academy of Sciences, Schmalhausen Institute of Zoology, Kiev, Ukrajina; World Museum Liverpool, Velika Britanija; Zemaljski Muzej Sarajevo, Bosna i Hercegovina; Zoological Museum of The Finnish Museum of Natural History, Helsinki, Finska; Zoological Museum of Tulcea, Rumunija; Zoological Museum, Natural History Museum of Denmark, University of Copenhagen, Kopenhagen, Danska; Zoologisches Museum of the Humboldt University, Berlin, Nemačka; Entomological Museum of Isparta, Turska; kao i u privatnim kolekcijama: Axel Ssymank, Nemačka; Dieter Doczkal, Nemačka; Grigory Popov, Ukrajina; Jeroen van Stenis, Holandija; John Smit, Holandija; M. J. Smart, Velika Britanija; i Süleyman Sarıbyık, Turska. Ovaj materijal je determinisan i evidentiran tokom studijskih poseta navedenih institucija u periodu od 2009. do 2015. godine.

Veliki deo materijala je prikupljen tokom terenskih istraživanja na području Evrope, Male Azije i severne Afrike u periodu od 2009. do 2015. godine (Slika 2).



Slika 2. Zapadni Paleartik, države obuhvaćene terenskim istraživanjima u periodu od 2009. do 2015. godine.

3.1.1 GEOMETRIJSKO-MORFOMETRIJSKA ANALIZA OBLIKA KRILA

Geometrijsko morfometrijskim analizom oblika krila obuhvaćeno je ukupno 1.792 jedinki iz tri analizirane grupe vrsta (Tabele 1-3). Sve jedinke su determinisali prof. dr Ante Vujić i prof. dr Snežana Radenković.

3.1.1.1 *Merodon aureus* grupa

U cilju kvantifikovanja razlika u obliku krila, analizirano je ukupno 1.066 jedinki iz pet podgrupa *M. aureus* grupe (Prilog 5). Rezultati analize oblika krila vrsta *M. atratus*, *M. virgatus* i *M. balkanicus* su objavljeni u Šašić i sar., 2016.

3.1.1.2 *Merodon nanus* grupa

Geometrijsko morfometrijskom analizom oblika krila obuhvaćeno je 285 jedinki, 5 vrsta iz *M. nanus* grupe, sa područja Grčke, Irana, Makedonije, Sirije, Srbije i Turske (Prilog 6).

3.1.1.3 *Merodon avidus* kompleks

Analizirano je krilo 444 jedinke sa područja Bugarske, Hrvatske, Grčke, Italije, Crne Gore, Srbije Maroka, Španije i Turske (Prilog 7). Populacionom analizom je obuhvaćeno 418 jedinki iz 23 populacije (Prilog 7, označeno *). Populacije sa malim brojem jedinki nisu analizirane kako bi se izbegla statistička greška. Rezultati ove analize su objavljeni u radu Ačanski i sar., 2016a.

3.1.2 GEOMETRIJSKO-MORFOMETRIJSKA ANALIZA OBLIKA GENITALNOG APARATA MUŽJAKA

Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika genitalnog aparata mužjaka je obuhvatila 721 jedinki iz *M. avidus* kompleksa i *M. aureus* grupe.

3.1.2.1 *Merodon aureus* grupa

Analizom je obuhvaćeno 28 vrsta, iz pet podgrupa *M. aureus* grupe vrsta (Prilog 8). Razlike u građi posteriornog lobusa surstila su testirane unutar kompleksa vrsta, između kompleksa vrsta iste podgrupe, kao i između podgrupa vrsta, tamo gde je veličina uzorka dozvoljavala. Rezultati analize oblika surstila vrsta iz *M. atratus* kompleksa su objavljeni u radu Šašić i sar., 2016.

3.1.2.2 *Merodon avidus* kompleks

Razlike u obliku posteriornog dela surstila su analizirane između vrsta *M. avidus*, *M. moenium*, *M. ibericus* i *M. megavidus*. Analizirano je ukupno 125 jedinki iz osam država (Prilog 9). Rezultati ove analize su objavljeni u radu Ačanski i sar., 2016a.

3.1.3 ANALIZA DISTRIBUCIJE I KLIMATSKIH PROFILA VRSTA VRSTA RODA *MERODON*

Analizirana je distribucija i klimatski profili 55 vrsta iz *M. avidus* kompleksa kao i *M. aureus*, *M. nanus* i *M. ruficornis* grupa.

3.1.3.1 *Merodon aureus* grupa

U okviru *M. aureus* grupe su analizirani klimatski profili i distribucija 34 vrste iz pet podgrupa (Prilog 10). Analizirano je ukupno 3.432 jedinki, iz 27 država sa područja zapadnog Palearktika.

3.1.3.2 *Merodon nanus* grupa

Analizirano je ukupno 487 jedinki iz *M. nanus* grupe sa područja Jermenije, Azejberdžana, Makedonije, Grčke, Irana, Izraela, Rusije, Srbije, Turske i Ukrajine (Prilog 11). Rezultati ove analize su objavljeni u radu Vujić i sar., 2015.

3.1.3.3 *Merodon avidus* kompleks

Analizirane su distribucija i ekološke karakteristike vrsta *M. avidus*, *M. moenium*, *M. ibericus* i *M. megavidus* sa 466 različitih lokaliteta iz 24 države (Prilog 12). Rezultati analize sredinskih niša vrsta *M. avidus* i *M. moenium* su publikovani u radu Popović i sar., 2015.

3.1.3.4 *Merodon ruficornis* grupa

Analizirani su distribucija i klimatski profili 12 vrsta iz *M. ruficornis* grupe. Vrste su na osnovu morfološke sličnosti grupisane u četiri klastera (Prilog 13). Svaki klaster se sastoji od tri morfološki blisko srodne vrste, od kojih je jedna široko rasprostranjena, a druge dve su endemi. Rezultati ove analize su objavljeni u radu Ačanski i sar., 2016b.

3.2 METODE

3.2.1 GEOMETRIJSKA MORFOMETRIJA

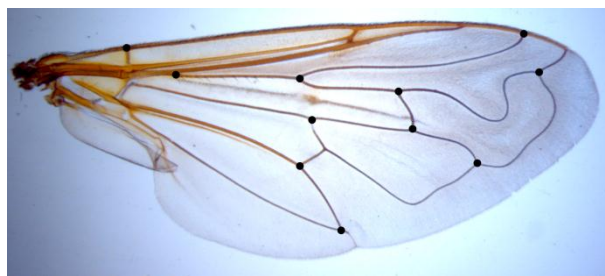
Morfometrija predstavlja kvantitativno merenje i analizu morfoloških parametara korišćenjem statističkih metoda, po pravilu različitih multivarijantnih analiza (Rohlf, 1990). Tradicionalna morfometrija analizira veličine merene mernim instrumentima. Sa razvićem modernih tehnologija i širom upotrebom računara, došlo je do razvitka nove metodologije, geometrijske morfometrije, u kojoj se merenje i analiza kvantitativnih parametara vrše pomoću odgovarajućih geometrijskih koordinata (homologih tačaka). Geometrijska morfometrija omogućava kvantifikaciju, ali i vizuelizaciju variranja oblika morfološke strukture koja se izučava. Oblik morfološke celine, u geometrijskoj morfometriji, se definiše kao ukupnost geometrijskih informacija koje su nepromenljive u odnosu na skaliranje, translaciju i rotaciju (Klingenberg i Monteiro, 2005). Promene oblika se kvantifikuju energijom transformacija takozvane neograničene, beskonačno tanke metalne ploče (engleski “*thine plate spline*”, skraćeno TPS) pri čemu relativne promene koordinata homologih anatomskih tačaka morfološke celine uslovljavaju deformaciju ove ploče (Bookstein, 1989). Vizuelizacija promene oblika izučavanih struktura dozvoljava dublju analizu u kojoj je moguće povezati promene fenotipa sa evolucionim procesima i promenama na nivou genoma (Ivanović i Kalezić, 2009; Vujić i sar., 2013a; Nedeljković i sar., 2013a, 2015). Prednost geometrijske morfometrije je velika statistička osetljivost koja dozvoljava da se otkriju suptilne promene oblika morfoloških celina koje se ne mogu utvrditi tradicionalnim taksonomskim metodama. Osim oblika, moguće je izdvojiti informacije o veličini analizirane strukture. U geometrijskoj morfometriji veličina se izražava preko geometrijske mere veličine - veličine centroida (eng. *centroid size* - CS). U matematičkom smislu, veličina centroida predstavlja kvadratni koren sume kvadratnih rastojanja specifičnih tačaka od središta date konfiguracije (Ivanović i Kalezić, 2009).

3.2.1.1 Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila

Krila insekata predstavljaju pogodne morfološke strukture za geometrijsko-morfometrijska istraživanja. Pre svega, oblik krila je visoko heritabilna struktura, najvećim delom uslovljena genetičkom osnovom, i manje podložna uticaju spoljašnje sredine (Moraes i

sar., 2004; Mezey i Houle, 2005; Dworkin i Gibson, 2006; Yeaman i sar., 2010). Dvodimenzionalnost, transparentnost i postojanje jasno definisanih homologih tačaka na krilnoj nervaturi sirfida omogućava primenu analize oblika krila u taksonomskim istraživanjima.

Kvantifikovanje oblika krila je izvršeno pomoću geometrijske morfometrije zasnovane na specifičnim tačkama (*landmarks*). Specifične tačke predstavljaju određene, jasno definisane tačke na morfološkim celinama, koje se međusobno poklapaju i odgovaraju jedna drugoj u čitavom uzorku.



Slika 3. Položaj 11 homologih tačaka na krilu vrste *Merodon luteomaculatus* Vujić, Ačanski et Šašić, in lit.

Kod svih analiziranih vrsta, jedanaest homologih tačaka koje opisuju oblik krila su obeležene na preseccima ili završecima nerava (Slika 3) u programu TpsDig 2.05 (Rohlf 2006). Disekcija krila je izvršena pomoću mikro-makazica. Trajni mikroskopski preparati krila su napravljeni u Hoyer-ovom medijumu (Hloral hidrat ($C_2H_3Cl_3O_2$) - 80 g, guma arabika- 12 g, destilovana voda - 20 ml, glicerol ($C_3H_5(OH)_3$) - 20 ml). Svaki mikroskopski preparat krila je obeležen jedinstvenim kodom i zajedno sa identifikacionim kodom jedinke unesen u bazu podataka. Trajni preparati krila su fotografisani digitalnom kamerom Leica DFC320 povezanom sa stereomikroskopom Leica MZ16 u Laboratoriji za palinologiju, PMF Novi Sad. Generalizovana Prokrustova analiza (GPA, engleski *General Procrustes Analysis*) je prva primenjena na konfiguracije specifičnih tačaka, u cilju skaliranja, centriranja (translacije) i rotiranja svake konfiguracije u odnosu na referentnu konfiguraciju (Rohlf i Slice, 1990; Zelditch i sar., 2004). Superimpozicijom, tj. skaliranjem, centriranjem i rotacijom koordinata homologih tačaka se eliminišu sve razlike u veličini, položaju i orijentaciji struktura, i dobijaju se informacije o obliku određene strukture (Prokrustove koordinate). Razlike u Prokrustovim koordinatama između dve konfiguracije specifičnih tačaka predstavljaju osnovu za izračunavanje varijabli oblika. Polazna osnova je da su konfiguracije specifičnih tačaka postavljene na idealno tanku, beskonačnu metalnu ploču (Bookstein 1991). Energija potrebna

za deformaciju TPS-a kako bi se dve konfiguracije specifičnih tačaka preklapile predstavlja matematičku osnovu za izračunavanje varijabli oblika. Razlikuju se dve komponente varijabli oblika: parcijalne deformacije (*partial warp*) i uniformne promene oblika duž X i Y ose (UniX i UniY) (Zelditch i sar., 2004).

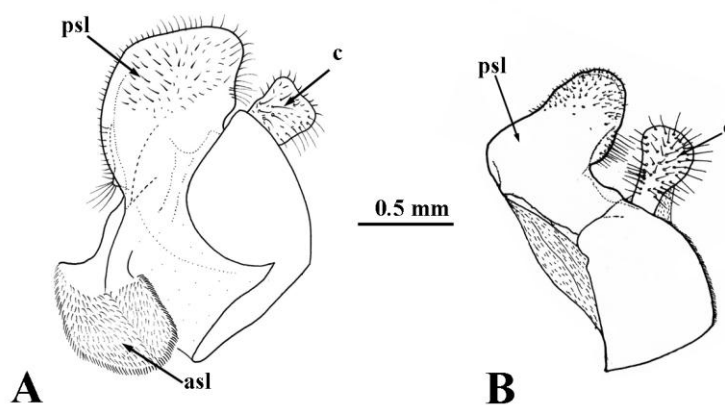
GPA, parcijalne i uniformne varijable oblika krila su izračunate u programskom paketu IMP (integrated 2-D Landmark-based geometric morphometrics software package) (Sheets, 2012). Za vizualizaciju razlika oblika između analiziranih struktura je korišćen program MorphoJ v.2.0. (Klingenberg, 2011).

U analizi varijabilnosti oblika krila Analiza glavih komponenti (Principal component analysis - PCA) se koristila kao prva, preliminarna analiza pokazatelja varijabilnosti između jedinki, bez *a priori* definisanih grupa. Povezanost izdvojene varijabilnosti sa razlikama u obliku krila između taksona je testirana analizom varijanse (ANOVA). Step en razlika u obliku krila je utvrđen kanonijskom analizom (Canonical Variates Analysis - CVA), dok je pripadnost jedinki unapred određenim grupama (taksonima) testirana diskriminantnom analizom (Discriminant Function Analysis - DA). Klaster analizom na osnovu kvadrata Mahalanobisove distance su UPGMA (Unweighted Pair-Group Method using Arithmetic Averages) metodom konstruisani fenogrami.

3.2.1.2 Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika genitalnog aparata mužjaka

Građa genitalnog aparata mužjaka je najvažniji morfološki karakter u taksonomiji i sistematici sirfida (Šimić, 1982; Hippa i Ståhls, 2005). Genitalni aparat mužjaka sirfida je konzervativan i stabilan karakter (Glumac, 1958, 1959, 1960). Variranja u građi genitalnog aparata se ogledaju pre svega u neznatnim variranjima veličine, dok je oblik veoma stabilan karakter, što čini ovu strukturu podesnom za geometrijsko-morfometrijska istraživanja.

Analizirana je građa levog posteriornog režnja surstila (u daljem tekstu surstil) kod vrsta iz *M. avidus* kompleksa (Slika 4A: pls) i posteriornog dela surstila za vrste iz *M. aureus* grupe (Slika 4B: pls). Zbog nepostojanja jasno uočljivih mesta za postavljanje specifičnih tačaka, oblik surstila je analiziran „*semilandmark*“ geometrijskom morfometrijom.



Slika 4. Genitalni aparat mužjaka, epandrijum lateralno. A. *Merodon megavidus* Vujić et Radenković, 2016. B. *Merodon atratus* (Oldenberg, 1919). Skraćenice: psl=posteriorni režanj surstila; asl=anteriorni režanj surstila; c=cerci.

Izrada preparata genitalnog aparata mužjaka je vršena standardnom procedurom. Preparirane jedinke se rehidriraju u vlagom zasićenoj sredini, približno 24 sata. Zatim se entomološkom iglom odvaja hipopigijum, koji se kuva 5-10 minuta u 10% rastvoru kalijum-hidroksida (KOH), kako bi oslabile hitinske veze kojom su povezane strukture genitalnog aparata. Kako bi se neutralisalo dejstvo KOH, genitalni aparat se ispira u sirćetnoj kiselini i na kraju u etanolu. Delovi genitalnog aparata se uz pomoć entomoloških igala razdvajaju i analiziraju. Preparat se čuva u glicerolu, ispod prepariranog insekta.

Surstil je pomoću mikro-skalpela odvojen od ostatka genitalnog aparata. Mikroskopski preparati su pravljani pomoću glicerola i obeleženi jedinstvenim kodom, sačuvanim u bazi podataka. Mikroskopski preparati su fotografisani digitalnom kamerom Leica DFC320 povezanom sa stereomikroskopom Leica MZ16 u Laboratoriji za palinologiju, PMF Novi Sad. Kako su lobusi surstila zaobljene strukture, bez jasnih oznaka duž margine, razlike u obliku genitalnog aparata mužjaka su analizirane semilandmark geometrijskom morfometrijom. Ovaj pristup se koristi kada na analiziranoj strukturi ne postoje jasno definisane specifične tačke, te se za analizu koristi kontura oblika. Tačke koje opisuju konturu oblika (od membranoznog dela epandrijuma do kraja surstila) su obeležene u programu TpsDig 2.05. upotrebom alata „Draw curves“. Opcijom „Resample curve“ je izabran broj pomoćnih tačaka (*semilandmark*) i identična razdaljina između njih.

Oblik surstila vrsta iz *M. avidus* kompleksa je definisan sa 30 pomoćnih tačaka, dok je oblik surstila vrsta iz *M. aureus* grupe opisan sa 20 pomoćnih tačaka. Superimpozicija

pomoćnih tačaka je izvršena u programskom paketu IMP, uz pomoć modula Smiland, na osnovu „*distance-minimizing*“ protokola (Bookstein, 1997; Zelditch i sar., 2004). Ovaj programski paket je korišćen i za izdvajanje varijabli oblika, kao i vizuelizaciju razlika u obliku surstila uz MorphoJ v.2.0.

Razlika u obliku surstila između taksona utvrđena je pomoću CVA, dok je pripadnost jedinki taksonima testirana preko DA. Klaster analizom na osnovu kvadrata Mahalanobisove distance su UPGMA metodom konstruisani fenogrami.

3.2.2 ANALIZA KLIMATSKIH PROFILA VRSTA RODA *MERODON*

Areal svake vrste je u velikoj meri definisan ekološkom nišom. Ona predstavlja skup svih sredinskih faktora koji utiču na rast, preživljavanje i reprodukciju vrsta. Drugim rečima, ekološka niša se sastoji od svih faktora koji su neophodni za egzistenciju jedne vrste (kada, gde i kako ostvaruje svoje životne aktivnosti). Prema Hutchinson-u (1957), ekološka niša bi se mogla opisati kao apstraktni n-dimenzionalni prostor u kome svaka osa (n dimenzija) predstavlja jedan sredinski faktor, pri čemu svaka vrsta pokriva određeni raspon duž svake ose (dimenzije) niše.

Analiza klimatskih profila vrsta omogućava uvid u abiotičke limite vrsta, sredinske uslove neophodne za opstanak invazivnih i zaštićenih vrsta, kao i za istraživanje mehanizama specijacije i diverzifikacije (Stockman i Bond, 2007; Nosil i sar., 2009; Medley, 2010; Wooten i Gibbs, 2012; Zhou i sar., 2012; Zhu i sar., 2013; Petersen, 2013). Mnoga istraživanja jasno ukazuju na ulogu ekologije u procesu specijacije (Zhu i sar., 2013; Bond i Stockman, 2008; Peterson, 2011; Nosil, 2012). Moderna taksonomska istraživanja uključuju razlike u ekološkim profilima kao dodatni dokaz kod razdvajanja vrsta (Rissler i Apodaca, 2007; Sánchez-Fernández i sar., 2011; Nedeljković i sar., 2013a, 2015; Popović i sar., 2015; Ačanski i sar., 2016a; Šašić i sar., 2016). Ovo je posebno potkrepljeno saznanjem da su ekološke karakteristike blisko srodnih vrsta jedinstvene (Penman i sar., 2005), kao i da postoji dosledna i značajna povezanost između ekološke divergencije i reproduktivne izolacije vrsta (Funk i sar., 2006).

Sredinske niše istraživanih vrsta su analizirane na osnovu poznatih tačaka distribucije („*point base*“ metod). Samo jedinice sa preciznim podacima o distribuciji su analizirane.

Dodeljivanje i provera tačnosti geografskih koordinata je izvršena u programu Google Earth (Google Inc, 2015). Postavljanje geografskih koordinata na mapu i izdvajanje bioklimatskih i orografskih faktora je izvršeno u programu DivaGis (v7.5) (Hijmans i sar., 2012). Bioklimatske varijable (Tabela 1) i vrednosti nadmorske visine za svaku mapiranu tačku distribucije rezolucije 2.5 arc-minuta za period 1950.-2000. godine su preuzete iz WorldClim baze (Hijmans i sar., 2005). WorldClim predstavlja skup globalnih klimatskih slojeva sa dostupnom prostornom rezolucijom od 20 do 1 km (10 do 30 arc-sekundi). Klimatski slojevi, odnosno nivoi pohranjenih i sistematizovanih podataka, su dobijeni interpolacijom mesečnih klimatskih podataka iz meteoroloških stanica na geografsku mrežu određene rezolucije. Bioklimatske varijable su izvedene iz mesečnih vrednosti temperature i količine padavina (precipitacije) u cilju dobijanja klimatskih varijabli koje bolje oslikavaju uticaj sezonskih trendova na fiziološka ograničenja različitih vrsta (godišnje i sezonske trendove kao i ekstremne ili limitirajuće faktore poput temperature najhladnijeg ili najtoplijeg meseca, količine padavina najsuvljeg ili najvlažnijeg kvartala) (Hijmans i sar., 2005; O'Donnell i Ignizio, 2012).

Klimatski profili vrsta su definisani analizom glavnih komponenti na osnovu vrednosti 20 abiotičkih varijabli vezanih za svaku jedinku iz analizirane grupe. PCA je široko rasprostranjen postupak za analizu podataka koji se primenjuje za analize varijabilnosti unutar grupe koja je opisana velikim brojem varijabli pri čemu se neke od njih „preklapaju“ jer imaju slično značenje. Prednost PCA je smanjivanje broja varijabli u analizi tj. analizom glavnih komponenti se niz varijabli koje opisuju neki uzorak prevodi u skup novih varijabli (glavne komponente ili PC ose) koje nisu međusobno korelisane i sukcesivno opisuju maksimalni mogući procenat varijabilnosti.

PCA je rotacijom po kriterijumu “Varimax” iz niza abiotičkih faktora izdvojila glavne komponente (PC ose) koje nisu međusobno korelisane i koje sukcesivno opisuju maksimalni mogući procenat varijabilnosti. Za određivanje važnosti glavnih komponenti primenjen je kriterijum latentnog korena, po kome se u obzir uzimaju samo one PC ose koje imaju sopstvenu vrednost (Eigenvalue) veću od jedan.. Pri definisanju klimatskih profila vrsta u razmatranje su uzete klimatske varijable sa faktorskim opterećenjem (*factor loadings*) većim od 0,8. Vrednosti faktorskog opterećenja se kreću u granici od 0 do 1, a što je vrednost bliža jedinici veća je i korelacija varijable sa izdvojenom PC osom (između 0,70 i 0,80 - jaka korelacija; preko 0,80 - vrlo jaka korelacija).

Tabela 1. Lista bioklimatskih varijabli korišćenih u analizi klimatskih profila vrsta.

Varijabla	Opis
alt	Nadmorska visina
BIO1	Srednja godišnja temperatura
BIO2	Srednja mesečna temperatura (dnevni opseg)
BIO3	Izoterma (BIO2/BIO7) x 100
BIO4	Sezonska temperatura (koeficijent varijacije)
BIO5	Maksimalna temperatura najtoplijeg perioda
BIO6	Minimalna temperatura najhladnijeg perioda
BIO7	Godišnji temperaturni opseg (BIO5-BIO6)
BIO8	Srednja temperatura kvartala sa najvećom količinom padavina
BIO9	Srednja temperatura kvartala sa najmanjom količinom padavina
BIO10	Srednja temperatura najtoplijeg kvartala
BIO11	Srednja temperatura najhladnijeg kvartala
BIO12	Godišnja količina padavina
BIO13	Precipitacija u periodu sa najvećom količinom padavina
BIO14	Precipitacija u periodu sa najmanjom količinom padavina
BIO15	Sezonska količina padavina (koeficijent varijacije)
BIO16	Precipitacija kvartala sa najvećom količinom padavina
BIO17	Precipitacija kvartala sa najmanjom količinom padavina
BIO18	Količina padavina u toku najtoplijeg kvartala
BIO19	Količina padavina u toku najhladnijeg kvartala

Analizom varijanse su testirane statistički značajne razlike u klimatskim profilima između vrsta, dok su statistički značajne razlike između parova vrsta analizirane Fisher LSD post hoc testom. Položaj jedinki u sredinskom prostoru između izdvojenh osa je prikazan dijagramom raspršenosti.

Širina sredinske niše svake izdvojene PC ose za svaku vrstu je računata preko standardne devijacije vrednosti faktora (*factor scores*) date ose. Širina sredinske niše predstavlja meru korišćenja određenog resursa i ukazuje da li je vrsta specijalista ili generalista.

Statističke analize vršene su u programu Statistica for Windows version 12 (StatSoft, 2012).

3.2.3 ANALIZA UTICAJA GEOGRAFSKE DISTRIBUCIJE I KLIMATSKIH FAKTORA NA PROMENE OBLIKA KRILA I SURSTILA GENITALNOG APARATA MUŽJAKA ISTRAŽIVANIH VRSTA

Uslovljenost razlika u obliku krila i surstila analiziranih vrsta geografskom distribucijom i klimatskim faktorima je testirana upotrebom Mantel testa (two-tailed; 1.000 randomizacija) u programskom paketu PaSSaGe (Rosenberg i Anderson, 2011). Mantel test je urađen na osnovu morfoloških (kvadrata Mahalanobisove distance za krila i surstile), geografskih (minimalna udaljenost između vrsta) i klimatskih podataka (euklidska razdaljina). Geografske distance izražene u kilometrima su izračunate u programskom paketu Quantum GIS software (QGIS, 2016) na osnovu geografskih koordinata ispitivanih vrsta. Klimatske distance su izračunate na osnovu srednje vrednosti PC osa za svaku vrstu.

3.2.4 ANALIZA DISTRIBUCIJE I SPECIJSKOG DIVERZITETA ANALIZIRANIH VRSTA RODA *MERODON*

Analiza distribucije i specijskog diverziteta je vršena u programu DivaGis na osnovu poznatih tačaka distribucije. Specijski diverzitet analiziranih grupa izražen je kroz analizu bogatstva vrsta. Bogatstvo vrsta je kvantitativna mera biološke raznolikosti na određenom geografskom području. Ono predstavlja gustinu (broj) nalaza vrsta po jedinici površine. Bogatstvo vrsta je važan elemenat biodiverziteta jer na osnovu grafičkog prikaza gustine podataka (kvadrata brojnosti) omogućava određivanje centara diverziteta.

4. REZULTATI

4.1 MERODON AUREUS GRUPA

4.1.1 MERODON AUREUS PODGRUPA

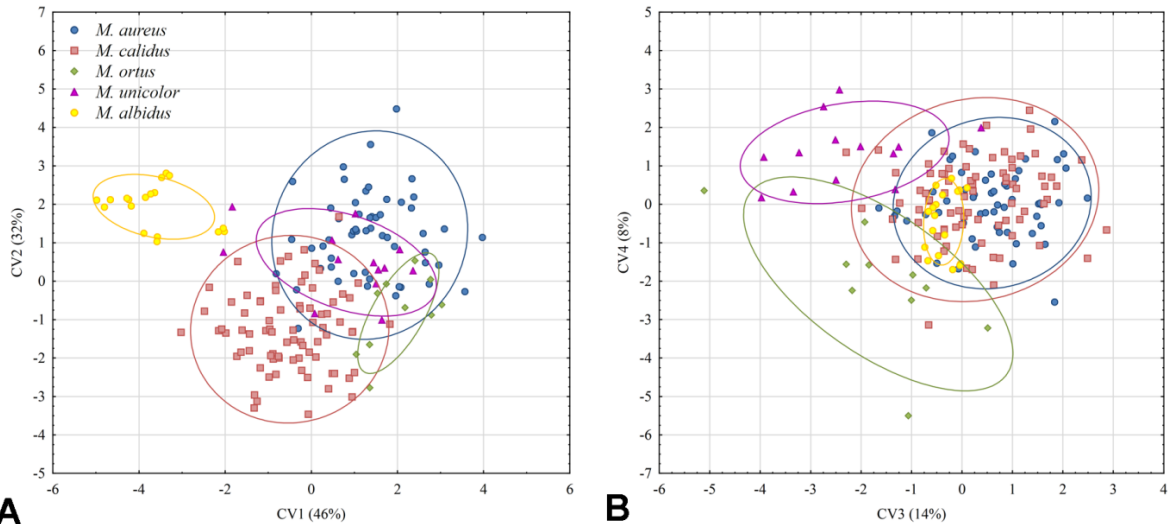
4.1.1.1 Analiza oblika krila *Merodon aureus* podgrupe

Diskriminantna analiza je sa visokom značajnošću utvrdila razlike u obliku krila između taksona *M. aureus* podgrupe. Vrste su sa 92% korektno klasifikacije svrstane u *a priori* definisane grupe. Sve jedinke *M. albidus* su korektno klasifikovane. Kanonijska analiza je izdvojila četiri ose koje sa visokom značajnošću opisuju razlike u obliku krila (Tabela 2).

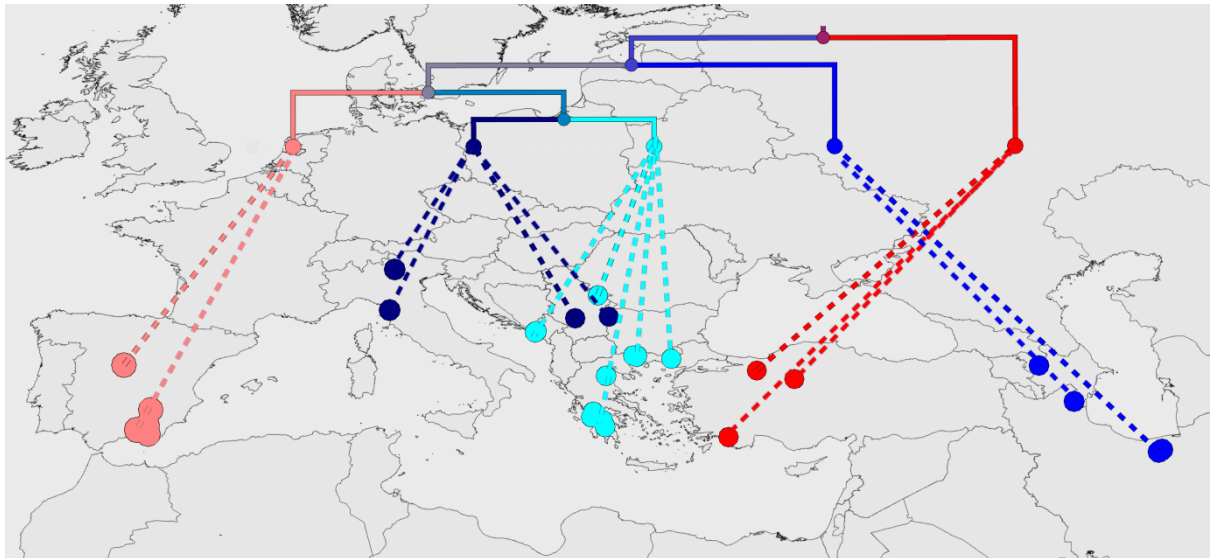
Tabela 2. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila vrsta *Merodon aureus* podgrupe.

Kanonijska osa	Sopstvena vrednost	Koeficijent kanonijske korelacije	Wilks' Lambda test	Hi-kvadrat	df	p	Varijabilnost %
CV1	2,417016	0,841039	0,044810	504,6141	72	0,000000	46
CV2	1,645991	0,788714	0,153117	304,9394	51	0,000000	32
CV3	0,736436	0,651236	0,405147	146,8195	32	0,000000	14
CV4	0,421439	0,544507	0,703512	57,1463	15	0,000001	8

Merodon albidus se jasno odvaja od ostalih taksona na osnovu CV1 i CV2 osa. Takođe, CV2 opisuje razlike u obliku krila između *M. aureus* i *M. calidus* (Slika 5A). CV3 ukazuje na razlike između *M. unicolor* i *M. ortus* i ostalih istraživanih vrsta, dok CV4 razdvaja *M. unicolor* od *M. ortus* (Slika 5B). Geo-fenogram konstruisan na osnovu kvadrata Mahalanobisovih distanci pokazuje odvajanje Evropskih i Azijskih taksona *M. aureus* podgrupe (Slika 6).



A **B**
 Slika 5. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila vrsta *Merodon aureus* podgrupe. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV3 i CV4 osom.

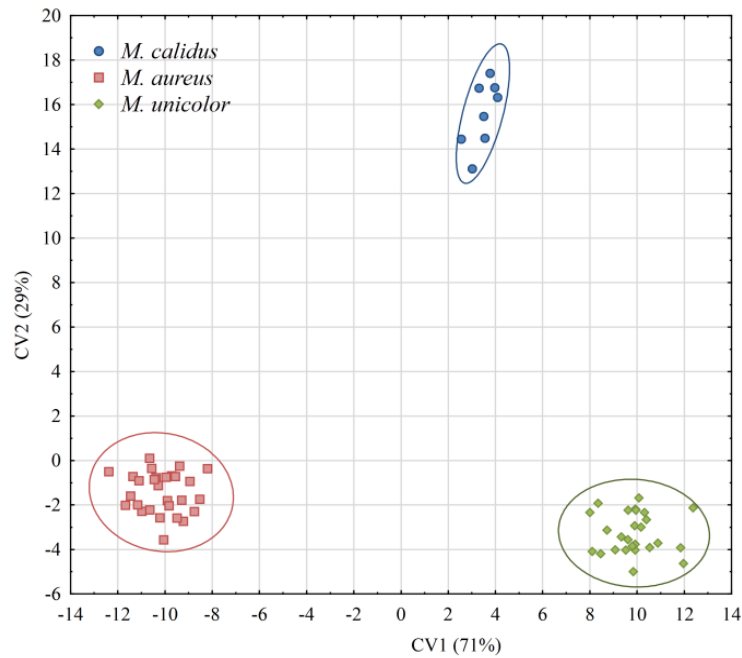


Slika 6. Prikaz distribucije i sličnosti oblika krila (UPGMA fenogram) vrsta *Merodon aureus* podgrupe: ● *M. aureus* Fabricius, 1805 ● *M. calidus*, in litt. ● *M. ortus*, in litt. ● *M. unicolor* Strobl, 1909 ● *M. albidus*, in litt.

4.1.1.2 Analiza oblika surstila genitalnog aparata mužjaka *Merodon aureus* podgrupe

Analiziran je oblik desnog posteriornog lobusa surstila tri vrste: *M. aureus*, *M. calidus* i *M. unicolor*. Diskriminantna analiza je utvrdila postojanje visoko signifikantnih razlika u obliku posteriornog lobusa surstila kod tri istraživana taksona. Sve jedinke su klasifikovane sa

100% tačnosti u *a priori* definisane grupe. Kanonijska analiza je izdvojila dve visoko signifikantne ose koje opisuju razlike u obliku posteriornog lobusa surstila (Tabela 3).

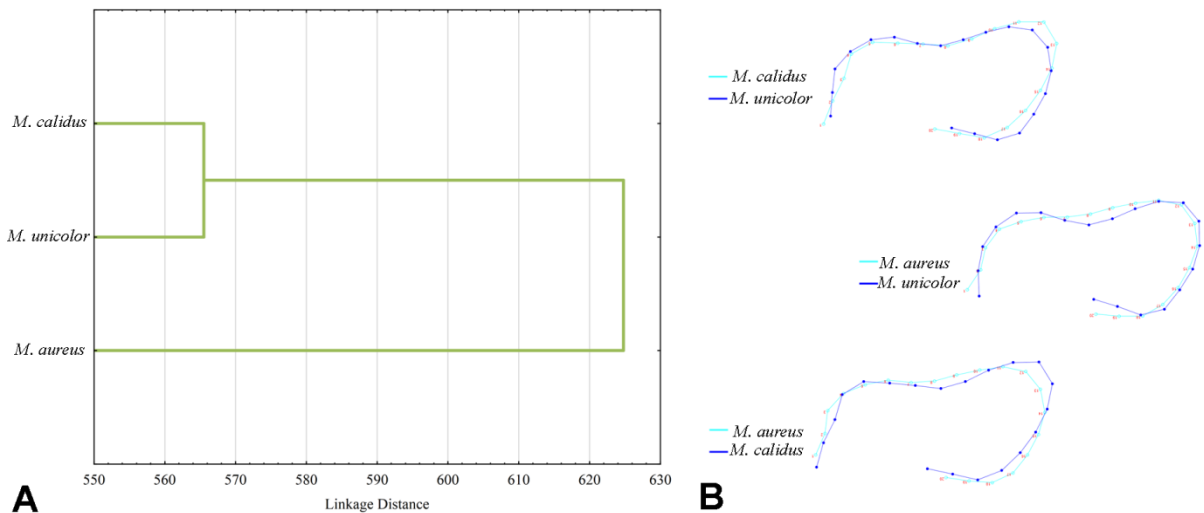


Slika 7. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika surstila vrsta *Merodon aureus* podgrupe. Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom.

CV1 sa 71% varijabilnosti jasno razdvaja *M. aureus* od mediteranskih taksona *M. unicolor* i *M. calidus*, dok CV2 sa 29% varijabilnosti jasno razdvaja *M. calidus* od druga dva taksona (Slika 7). Fenogram konstruisan na osnovu kvadrata Mahalanobisovih distanci pokazuje veću sličnost u obliku surstila kod mediteranskih taksona, koji zajedno formiraju klaster (Slika 8A). Najveća razlika u obliku posteriornog lobusa surstila uočava se između *M. aureus* i mediteranskog taksona *M. calidus* (Slika 8B).

Tabela 3. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika surstila vrsta *Merodon aureus* podgrupe.

Kanonijska osa	Sopstvena vrednost	Koeficijent kanonijske korelacije	Wilks' Lambda	Hi-kvadrat	df	p	Varijabilnost %
CV1	93,5037	0,99469	0,00027	333,257	76	0,00000	71
CV2	38,6441	0,98731	0,02522	149,038	37	0,00000	29



Slika 8. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika surstila vrsta *Merodon aureus* podgrupe. A) UPGMA fenogram konstruisan na osnovu kvadrata Mahalanobisovih distanci oslikava sličnost oblika surstila. B) Razlike u obliku surstila između parova vrsta (uvećane tri puta).

4.1.1.3 *Merodon aureus* kompleks

4.1.1.3.1 Analiza oblika krila *Merodon aureus* kompleksa

Analizirajući fenotipsku varijabilnost oblika krila u celom uzorku, bez *a priori* utvrđenih grupa, PCA je izdvojila šest osa koje opisuju 71% ukupne varijabilnosti krila (Tabela 4). Ose PC1, PC2, PC5 i PC6 opisuju varijabilnost krila između taksona *M. aureus* kompleksa (ANOVA, Tabela 4).

Tabela 4. Rezultati analize glavnih komponenti i analize varijanse parametara oblika krila *Merodon aureus* kompleksa. Statistički značajne razlike su boldirane.

PC osa	PCA			ANOVA	
	Sopstvena vrednost	Varijabilnost %	Kumulativna varijabilnost %	F	p
PC1	3,43	20	20	15,65187	0,000001
PC2	2,54	15	35	31,74425	0,000000
PC3	1,93	11	46	2,859360	0,060634
PC4	1,62	10	56	1,857068	0,159928
PC5	1,49	9	65	17,68100	0,000000
PC6	1,04	6	71	6,424986	0,002136

Testirajući varijabilnost između taksona, diskriminantna analiza je uspešno razdvojila vrste sa visoko signifikantnim rezultatima. Ukupni procenat korektne klasifikacije jedinki u *a priori* definisane grupe je 91%. Od ukupno 144 jedinki, 13 je pogrešno klasifikovano (Tabela 5).

Tabela 5. Procenat korektno klasifikacije jedinki *Merodon aureus* kompleksa u *a priori* definisane grupe.

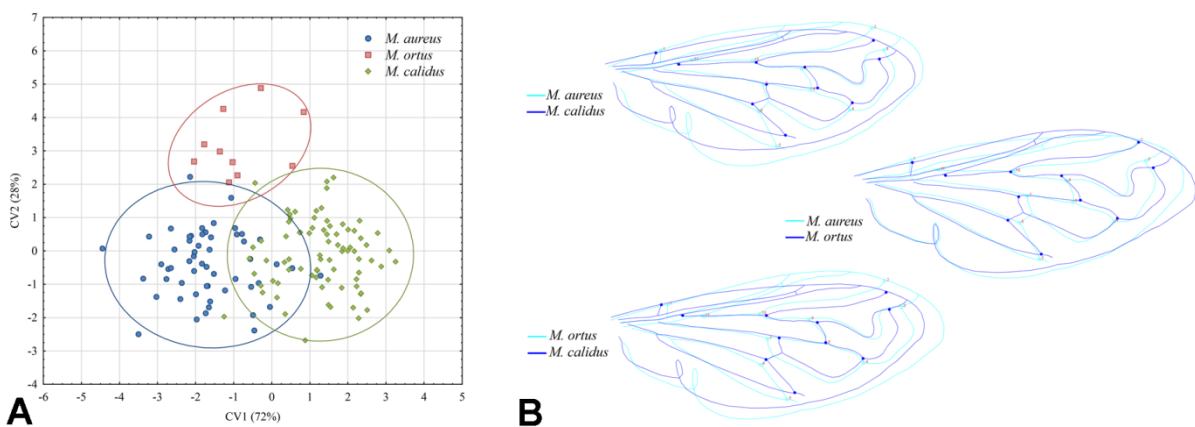
	Korektna klasifikacija %	Broj jedinki		
		<i>M. aureus</i>	<i>M. ortus</i>	<i>M. calidus</i>
<i>M. aureus</i>	89	49	1	5
<i>M. ortus</i>	100	0	10	0
<i>M. calidus</i>	91	6	1	72
Ukupno	91	55	12	77

Kanonijska analiza je izdvojila dve visoko signifikantne kanonijske ose (Tabela 6). Položaj analiziranih vrsta u prostoru definisanom CV1 i CV2 osama je prikazan na Slici 9A. CV1 opisuje razliku u obliku krila između evropskih vrsta *M. aureus* i *M. calidus*, dok CV2 sa 28% varijabilnosti odvaja azijsku vrstu *M. ortus*.

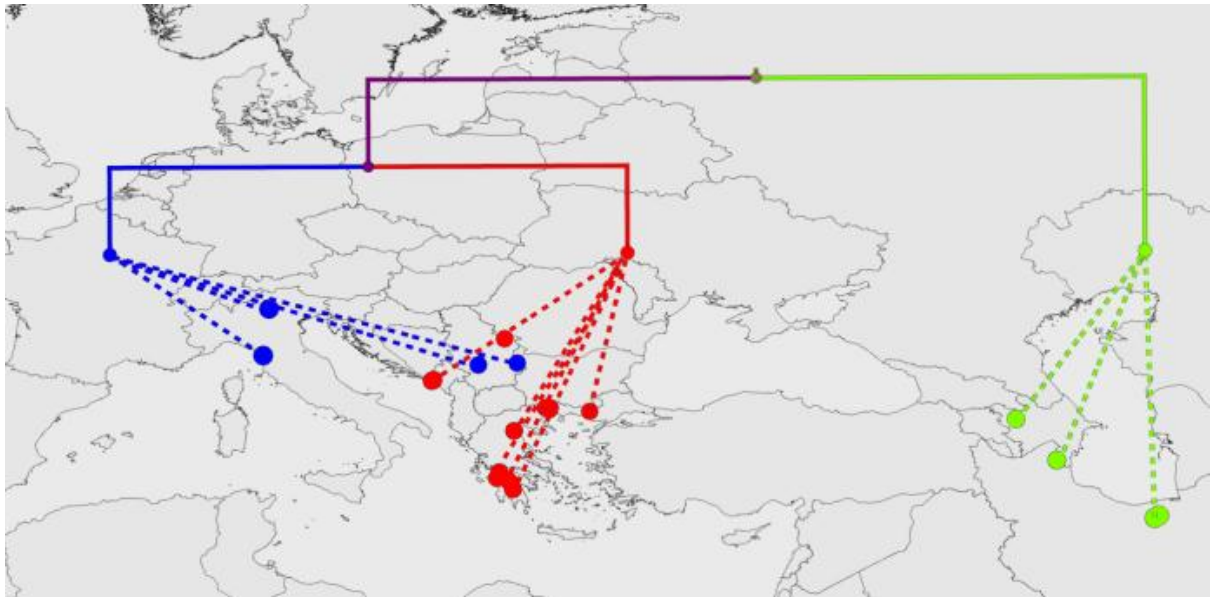
Tabela 6. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila vrsta *Merodon aureus* kompleksa.

Kanonijska osa	Sopstvena vrednost	Koeficijent kanonijske korelacije	Wilks' Lambda	Hi-kvadrat	df	p	Varijabilnost %
CV1	2,068417	0,821035	0,182259	225,5586	36	0,000000	72
CV2	0,788124	0,663894	0,559245	77,0046	17	0,000000	28

Na geo-fenogramu je prikazana distribucija taksona *aureus* kompleksa, kao i sličnost u obliku krila između njih (Slika 10). *Merodon ortus* se jasno odvaja od evropskih taksona i formira zaseban klaster. Ovu vrstu karakterišu šira i duža krila, za razliku od *M. calidus*, koja ima najuža krila (Slika 9B).



Slika 9. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila vrsta *Merodon aureus* kompleksa. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B.) Razlike u obliku krila između vrsta (uvećane tri puta).



Slika 10. Prikaz distribucije i sličnosti oblika krila (UPGMA fenogram) vrsta *Merodon aureus* kompleksa: ● *M. aureus* Fabricius, 1805 ● *M. calidus*, in litt. ● *M. ortus*, in litt.

4.1.1.3.2 Analiza klimatskih profila vrsta *Merodon aureus* kompleksa

PCA je na osnovu 19 bioklimatskih varijabli i vrednosti nadmorske visine izdvojila tri PC ose koje sumiraju varijabilnost abiotičkih faktora između jedinki. ANOVA je utvrdila da izdvojene ose opisuju varijabilnost između vrsta (Tabela 7). Prema Fisher LSD testu, svi parovi taksona se razlikuju u minimum dve PC ose. Sredinska niša PC1 se značajno razlikuje kod sva tri taksona. *Merodon aureus* se ne razlikuje od *M. calidus* u sredinskoj niši PC2, i od *M. ortus* za osu PC3.

Na slici 11 je prikazan položaj istraživanih vrsta u sredinskom prostoru. PC1 je negativno korelisana sa BIO18 i opisuje gradijent padavina u toplijem kvartalu, dok je PC2 pozitivno korelisana sa količinom padavina u najvlažnijem, najhladnijem kvartalu i godišnjom količinom padavina. Grafički prikaz odnosa PC1 i PC2 ukazuje da *M. ortus* preferira suvlja staništa, a *M. calidus* i izraženo *M. aureus* vlažnija staništa (Slika 11A). PC3 je pozitivno korelisana sa vrednostima temperature i negativno korelisana sa nadmorskom visinom. Ova sredinska osa prikazuje širu temperaturnu valencu *M. aureus*, za razliku od vrsta *M. calidus* i *M. ortus* koji preferiraju toplija staništa na nižim nadmorskim visinama (Slika 11B).

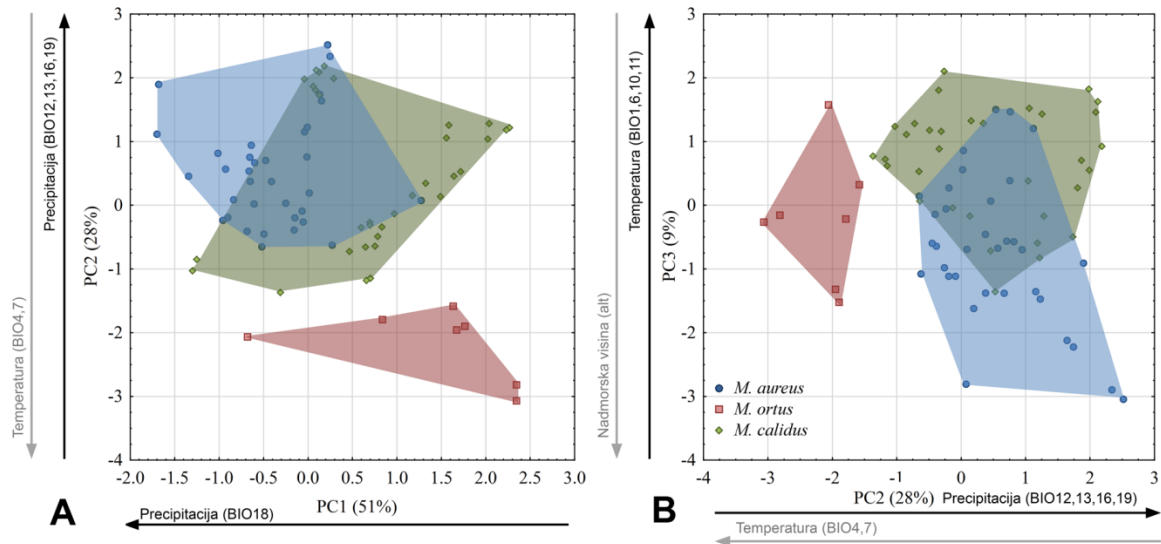
Tabela 7. Rezultati analize glavnih komponenti bioklimatskih i orografskih varijabli *Merodon aureus* kompleksa. Vrednost faktorskog opterećenja veća od $\pm 0,8$ i statistički značajne razlike su boldirane.

Varijable	Faktorsko opterećenje		
	PC1	PC2	PC3
alt	0,068	0,050	-0,958
BIO1	0,428	-0,048	0,895
BIO2	0,657	-0,539	0,380
BIO3	0,792	0,098	0,425
BIO4	-0,097	-0,892	0,181
BIO5	0,501	-0,291	0,796
BIO6	0,411	0,248	0,858
BIO7	0,317	-0,827	0,234
BIO8	-0,754	-0,309	0,207
BIO9	0,795	0,106	0,408
BIO10	0,414	-0,193	0,877
BIO11	0,492	0,165	0,843
BIO12	-0,264	0,927	-0,099
BIO13	0,041	0,946	0,144
BIO14	-0,714	0,391	-0,465
BIO15	0,774	0,030	0,409
BIO16	0,036	0,954	0,105
BIO17	-0,662	0,491	-0,421
BIO18	-0,827	0,220	-0,421
BIO19	0,307	0,899	0,163
Sopstvena vrednost	10,26	5,67	1,87
Varijabilnost %	51	28	9
Kumulativni %	51	79	88
ANOVA p	0,00000	0,000000	0,000000
ANOVA F	127,729	78,93501	219,6680

Prema vrednostima standardne devijacije, *M. calidus* ima široku adaptibilnost za klimatske faktore korelisane sa osama PC1 i PC2, što oslikava njegovu mediteransku distribuciju (Tabela 8). Niska vrednost standardne devijacije za osu PC1 ukazuje na malu adaptibilnost vrste *Merodon aureus* na variranje količine padavina najtoplijeg kvartala i relativno malu adaptibilnost na godišnju količinu padavina i količinu padavina najvlažnijeg i najhladnijeg kvartala. Azijska vrsta *M. ortus* ima relativno visoku adaptibilnost na varijaciju ekoloških parametara korelisanih sa PC3 osom (Tabela 8).

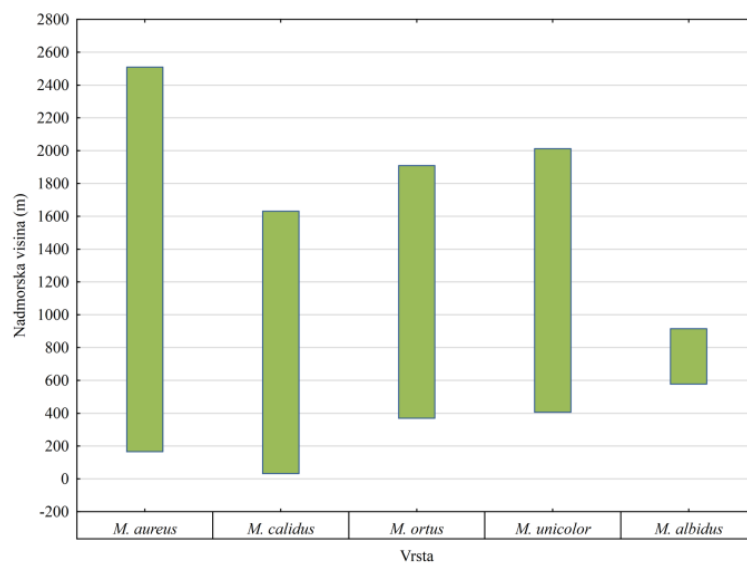
Tabela 8. Vrednosti standardne devijacije aritmetičke sredine vrednosti faktora kao pokazatelj adaptabilnosti vrsta *Merodon aureus* kompleksa na faktore korelisane sa PC osama.

	PC1	PC2	PC3
<i>M. aureus</i>	0,398650	0,520286	0,697131
<i>M. ortus</i>	0,651790	0,512027	0,782480
<i>M. calidus</i>	1,055479	1,114247	0,695268



Slika 11. Analiza klimatskih parametara vrsta *Merodon aureus* kompleksa. A) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC1 i PC2 osom. B) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC2 i PC3 osom.

Vrste iz *M. aureus* kompleksa naseljavaju širok raspon nadmorskih visina od 0 do približno 2.500 m (Slika 12).



Slika 12. Prikaz raspona nadmorskih visina na kojima se javljaju vrste iz *Merodon aureus* kompleksa.

4.1.1.3.3 Analiza uticaja geografske distribucije i klimatskih faktora na promene oblika krila vrsta iz *Merodon aureus* kompleksa

Rezultati Mantel testa ukazuju da razlike u obliku krila nisu uslovljene geografskom distribucijom ($r=0,91616$; $p=0,14460$) kao ni klimatskim faktorima specifičnim za svaku vrstu ($r=-0,48928$; $p=0,65630$).

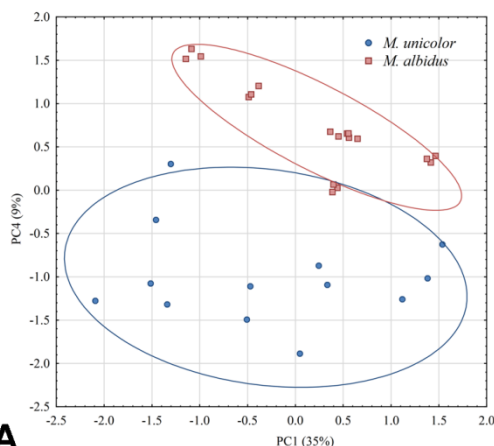
4.1.1.4 *Merodon unicolor* kompleks

4.1.1.4.1 Analiza oblika krila *Merodon unicolor* kompleksa

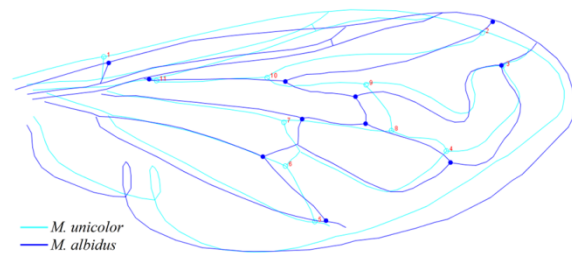
Analizirana je varijabilnost zapadno-mediteranske vrste *M. unicolor* i srodnog istočnomediteranskog taksona *M. albidus*. PCA je iz celog uzorka izdvojila pet glavnih komponenti (Tabela 9), od kojih PC1 sa 35% i PC4 sa 9% opisuju varijabilnost oblika krila između *M. unicolor* i *M. albidus* (ANOVA, Tabela 9) (Slika 13A). Dodatno, diskriminantna analiza je sa visokom značajnošću potvrdila njihovo razdvajanje, dok je CVA izdvojila jednu visoko signifikantnu osu koja opisuje razlike u obliku krila (CV1: Wilks' Lambda=0,010534; $\chi^2=514,5071$; $p < 0,00000$). Oba taksona su sa 100% korektno klasifikacije svrstane u *a priori* definisane grupe. Glavne razlike u obliku krila su prisutne u distalnom delu krila (Slika 13B).

Tabela 9. Rezultati analize glavnih komponenti i analize varijanse parametara oblika krila *Merodon unicolor* kompleksa. Statistički značajne razlike su boldirane.

PC osa	PCA			ANOVA	
	Sopstvena vrednost	Varijabilnost %	Kumulativna varijabilnost %	F	p
PC1	6,244266	35	35	9,157373	0,003022
PC2	3,406389	19	54	1,347843	0,247922
PC3	1,851167	10	64	0,069867	0,791977
PC4	1,682695	9	73	338,7122	0,000000
PC5	1,193285	7	80	1,933307	0,166928



A



B

Slika 13. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila vrsta *Merodon unicolor* kompleksa. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom PC1 i PC2 osom. B) Razlike u obliku krila između vrsta (uvećane tri puta).

4.1.2 **MERODON CINEREUS** PODGRUPA

4.1.2.1 Analiza oblika krila taksona *Merodon cinereus* podgrupe

Analizirana je varijabilnost oblika krila između *M. aerarius*, *M. atratus*, *M. cinereus* i *M. caerulescens*. Diskriminantna analiza je sa visokom značajnošću odvojila istraživane taksone na osnovu oblika krila. Jedinke su klasifikovane u *a priori* definisane grupe sa ukupnom tačnošću od 95% (Tabela 10).

Tabela 10. Procenat korektna klasifikacije jedinki *Merodon cinereus* grupe u *a priori* grupe.

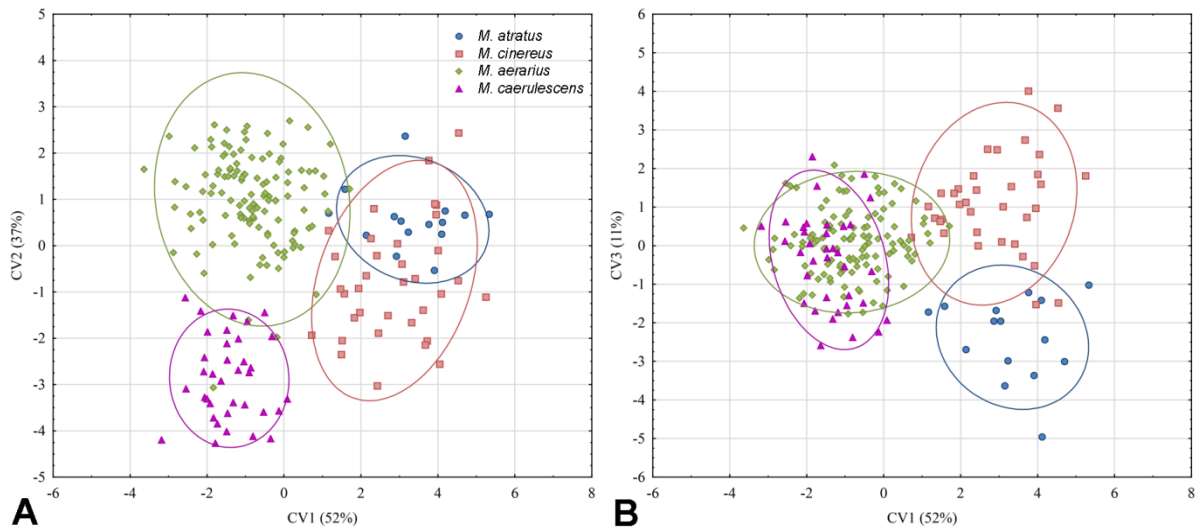
	Korektna klasifikacija %	Broj jedinki			
		<i>M. atratus</i>	<i>M. cinereus</i>	<i>M. aerarius</i>	<i>M. caerulescens</i>
<i>M. atratus</i>	93	14	0	1	0
<i>M. cinereus</i>	86	3	30	1	1
<i>M. aerarius</i>	97	0	1	117	3
<i>M. caerulescens</i>	97	0	0	1	35
Ukupno	95	17	31	120	39

Kanonijska analiza je izdvojila tri ose koje sa visokom značajnošću razdvajaju istraživane taksone (Tabela 11).

Tabela 11. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila *Merodon cinereus* grupe.

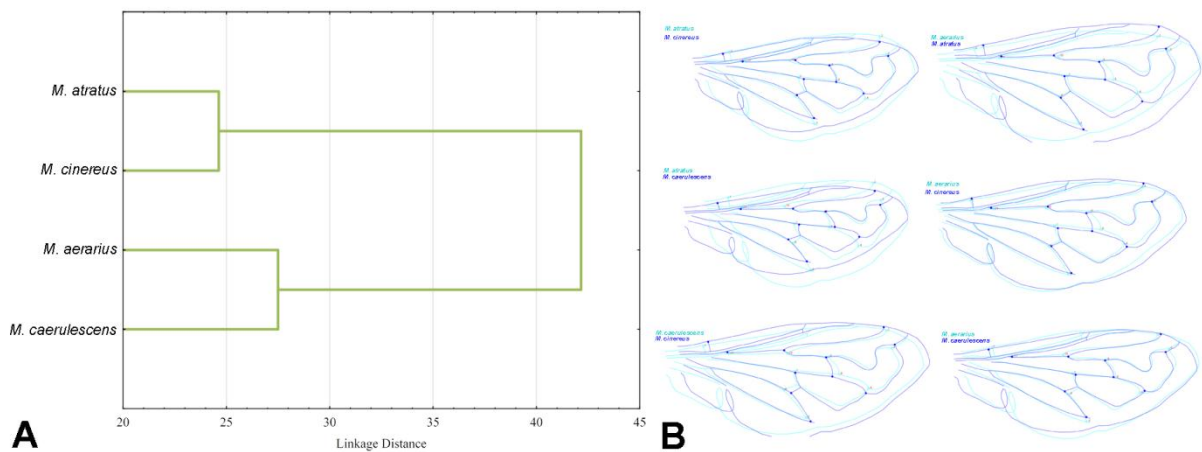
Kanonijska osa	Sopstvena vrednost	Koeficijent kanonijske korelacije	Wilks' Lambda	Hi-kvadrat	df	p	Varijabilnost %
CV1	3,011983	0,866456	0,047652	593,5477	54	0,000000	52
CV2	2,172897	0,827545	0,191178	322,6370	34	0,000000	37
CV3	0,648563	0,627225	0,606589	97,4813	16	0,000000	11

CV1 sa 52% od ukupne varijabilnosti oblika krila opisuje razdvajanje *M. atratus* i *M. cinereus* od *M. aerarius* i *M. caerulescens* (Slika 14A). CV2 sa 37% varijabilnosti odvaja *M. aerarius* od *M. caerulescens* (Slika 14A), dok CV3 sa 11% odvaja *M. atratus* od *M. cinereus* (Slika 14B).



Slika 14. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila vrsta *Merodon cinereus* grupe. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV3 osom.

Na UPGMA fenogramu konstruisanom na osnovu parametara oblika krila jasno se izdvajaju dva klastera ukazujući na veću sličnost oblika krila između *M. atratus* i *M. cinereus*, kao i *M. aerarius* i *M. caerulescens* (Slika 15A). Mreže deformacije ukazuju na to da je najveća razlika u obliku krila između *M. atratus* i *M. caerulescens*, kao i između *M. aerarius* i *M. atratus* (Slika 15B).



Slika 15. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila *Merodon cinereus* grupe. A) UPGMA fenogram konstruisan na osnovu kvadrata Mahalanobisovih distanci oslikava sličnost oblika krila. B) Razlike u obliku krila između parova vrsta (uvećane tri puta).

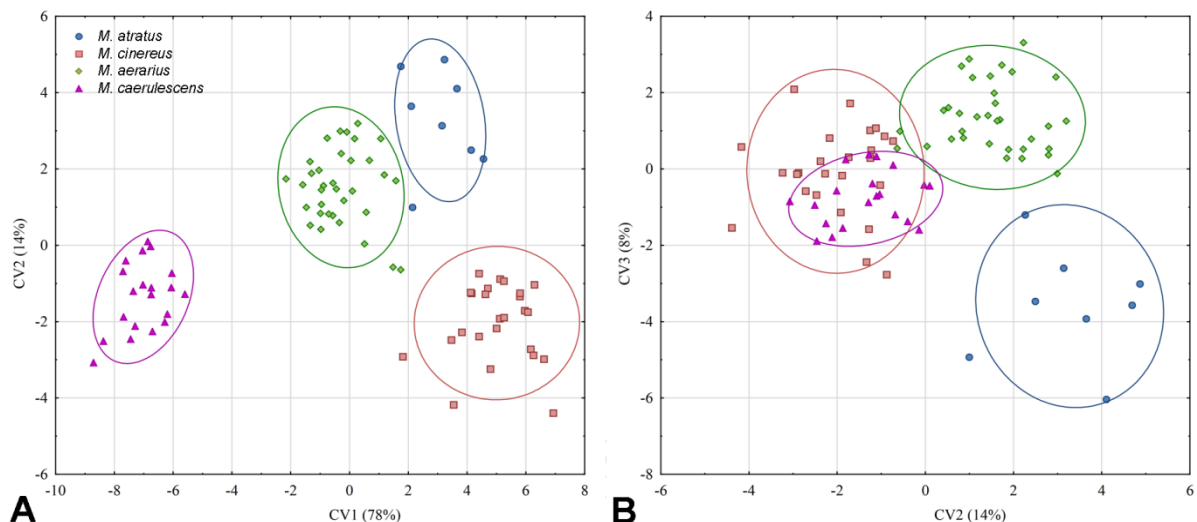
4.1.2.2 Analiza oblika surstila genitalnog aparata mužjaka taksona *Merodon cinereus* podgrupe

Analizirajući oblik desnog posteriornog lobusa surstila DA je uspešno razdvojila *M. atratus*, *M. cinereus*, *M. aerarius* i *M. caerulescens* (Tabela 12). Sve jedinke su sa 100% tačnosti klasifikovane u *a priori* definisane grupe. Kanonijska analiza je izdvojila tri kanonijske ose koje opisuju varijabilnost oblika krila između vrsta (Tabela 13).

Tabela 12. Statistička značajnost razlike u obliku surstila vrsta *Merodon cinereus* podgrupe. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; df=37,134.

	<i>M. atratus</i>	<i>M. cinereus</i>	<i>M. aerarius</i>	<i>M. caerulescens</i>
<i>M. atratus</i>		4,11863	3,85553	11,48703
<i>M. cinereus</i>	0,000004		9,43727	24,78125
<i>M. aerarius</i>	0,000009	0,000000		11,18481
<i>M. caerulescens</i>	0,000000	0,000000	0,000000	

CV1 i CV2 nose najveći deo varijabilnost (92%) i opisuju jasnu razliku u građi surstila između četiri istraživana taksona (Slika 16A). CV1 jasno odvaja *M. caerulescens*, dok CV2 opisuje razliku između *M. aerarius* i *M. atratus* od *M. cinereus* i *M. caerulescens*. CV3 opisuje najmanji deo varijabilnosti i odvaja *M. atratus* od ostalih taksona (Slika 16B).

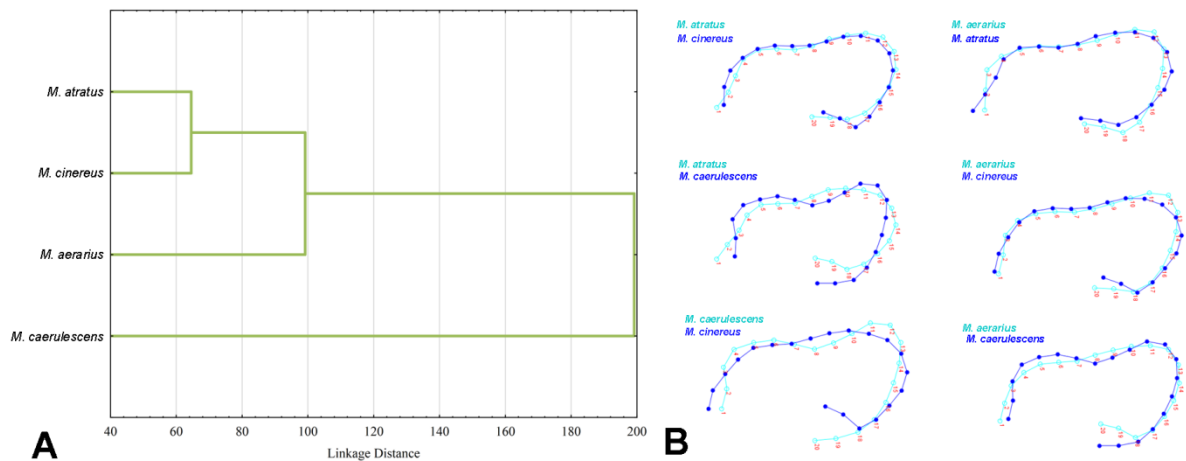


Slika 16. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika surstila vrsta *Merodon cinereus* podgrupe. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV2 i CV3 osom.

Tabela 13. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika surstila *Merodon cinereus* podgrupe

Kanonijska osa	Sopstvena vrednost	Koeficijent kanonijske korelacije	Wilks' Lambda	Hi-kvadrat	df	p	Varijabilnost %
CV1	20,38846	0,976343	0,003188	376,5194	110	0,000000	78
CV2	3,67224	0,886550	0,068185	175,9027	72	0,000000	14
CV3	2,13898	0,825485	0,318575	74,9253	35	0,000100	8

Fenogram konstruisan na osnovu kvadrata Mahalanobisovih distanci, kao i mreže deformacija, ukazuje da najbližnji oblik surstila imaju alpski taksoni *M. atratus* i *M. cinereus* (Slika 17). Najveće razlike u obliku surstila su prisutne kod *M. caerulescens* u odnosu na alpske taksone. Razlike u obliku surstila su koncentrisane u posteriornom delu posteriornog režnja surstila kod svih analiziranih taksona (Slika 17B).



Slika 17. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika surstila *Merodon cinereus* podgrupe. A) UPGMA fenogram konstruisan na osnovu kvadrata Mahalanobisovih distanci oslikava sličnost oblika surstila. B) Razlike u obliku surstila između parova vrsta (uvećane tri puta).

4.1.2.3 *Merodon atratus* kompleks

4.1.2.3.1 Analiza oblika krila *Merodon atratus* kompleksa

U uzorku *M. atratus* i morfološki srodnih taksona sa Balkanskog poluostrva i Turske, PCA je uočila varijabilnost u obliku krila u ukupno sedam glavnih komponenti (Tabela 14). ANOVA je pokazala da svih sedam PC osa opisuju razlike u oblika krila između *M. atratus*, *M. virgatus*, *M. balkanicus* i *M. aff. atratus*.

Tabela 14. Rezultati analize glavnih komponenti i analize varijanse parametara oblika krila *Merodon atratus* kompleksa. Statistički značajne razlike su boldirane.

PC osa	PCA			ANOVA	
	Sopstvena vrednost	Varijabilnost %	Kumulativna varijabilnost %	F	p
PC1	2,89	16	16	11,01701	0,000005
PC2	2,60	14	30	4,476439	0,006176
PC3	2,30	13	43	3,124728	0,031127
PC4	1,52	8	51	11,74730	0,000002
PC5	1,51	8	59	4,889599	0,003800
PC6	1,19	7	66	8,986158	0,000040
PC7	1,05	6	72	7,017069	0,000337

Diskriminantna analiza je sa visokom značajnošću razdvojila taksone na osnovu oblika krila (Tabela 15). Jedinke su klasifikovane u *a priori* definisane grupe sa 95% tačnosti. Od ukupno 75 jedinki, samo su četiri pogrešno klasifikovane. Sve jedinke taksona *M. aff. atratus* su tačno klasifikovane. Jedna jedinka *M. atratus* je klasifikovana kao *M. aff. atratus*, jedna jedinka *M. balkanicus* je klasifikovana kao *M. virgatus*, dok su dve jedinke *M. virgatus* klasifikovane kao *M. balkanicus*. Kanonijska analiza je izdvojila tri kanonijske ose koje sa visokom značajnošću opisuju razlike između taksona (Tabela 16).

Tabela 15. Statistička značajnost razlike u obliku krila vrsta *Merodon atratus* kompleksa. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; df=18,54.

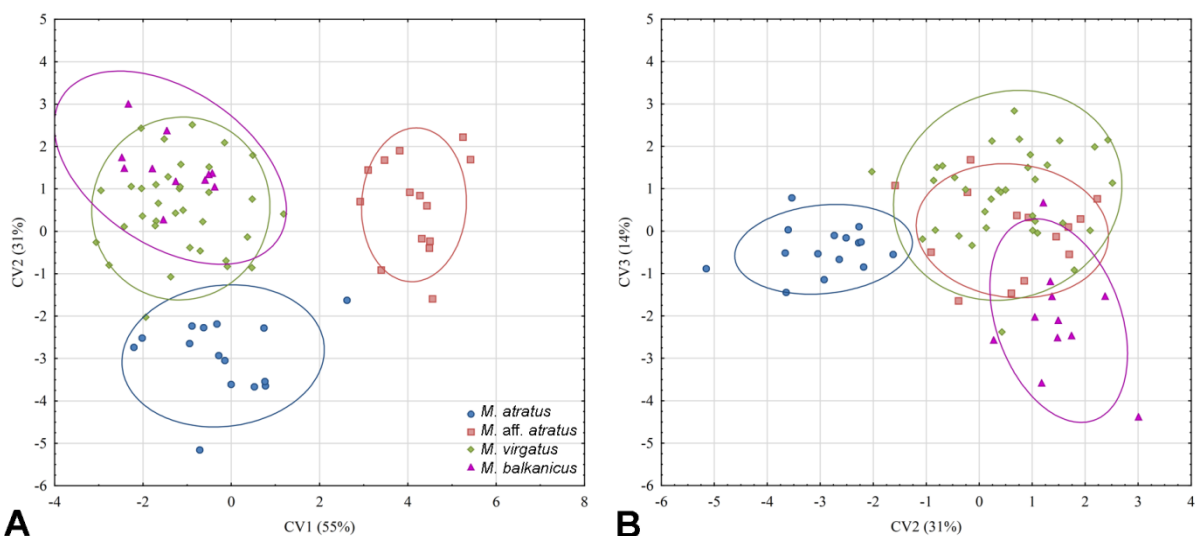
	<i>M. atratus</i>	<i>M. aff. atratus</i>	<i>M. virgatus</i>	<i>M. balkanicus</i>
<i>M. atratus</i>		9,65641	6,48392	6,425343
<i>M. aff. atratus</i>	0,000000		12,07742	9,296915
<i>M. virgatus</i>	0,000000	0,000000		0,000230
<i>M. balkanicus</i>	0,000000	0,000000	0,000230	

Prva kanonijska osa (CV1) sa 55% varijabilnosti jasno odvaja turski *M. aff. atratus* od evropskih taksona, dok CV2 razdvaja alpsku vrstu *M. atratus* od balkanskih vrsta *M. virgatus*

i *M. balkanicus* sa 31% ukupne varijabilnosti (Slika 18A). CV3 sa 14% opisuje diskretne razlike u obliku krila između balkanskih taksona (Slika 18B).

Tabela 16. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila vrsta *Merodon atratus* kompleksa.

Kanonijska osa	Sopstvena vrednost	Koeficijent kanonijske korelacije	Wilks' Lambda	Hi-kvadrat	df	p	Varijabilnost %
CV1	4,321975	0,901166	0,026641	228,3949	54	0,000000	55
CV2	2,391652	0,839737	0,141781	123,0687	34	0,000000	31
CV3	1,079557	0,720506	0,480872	46,1258	16	0,000093	14

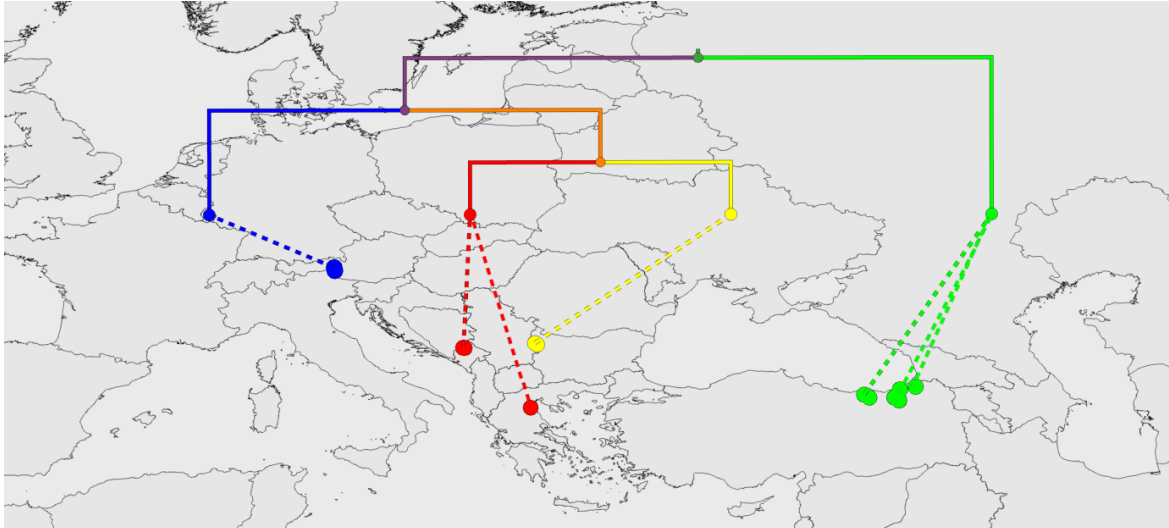


Slika 18. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila vrsta *Merodon atratus* kompleksa. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV2 i CV3 osom.

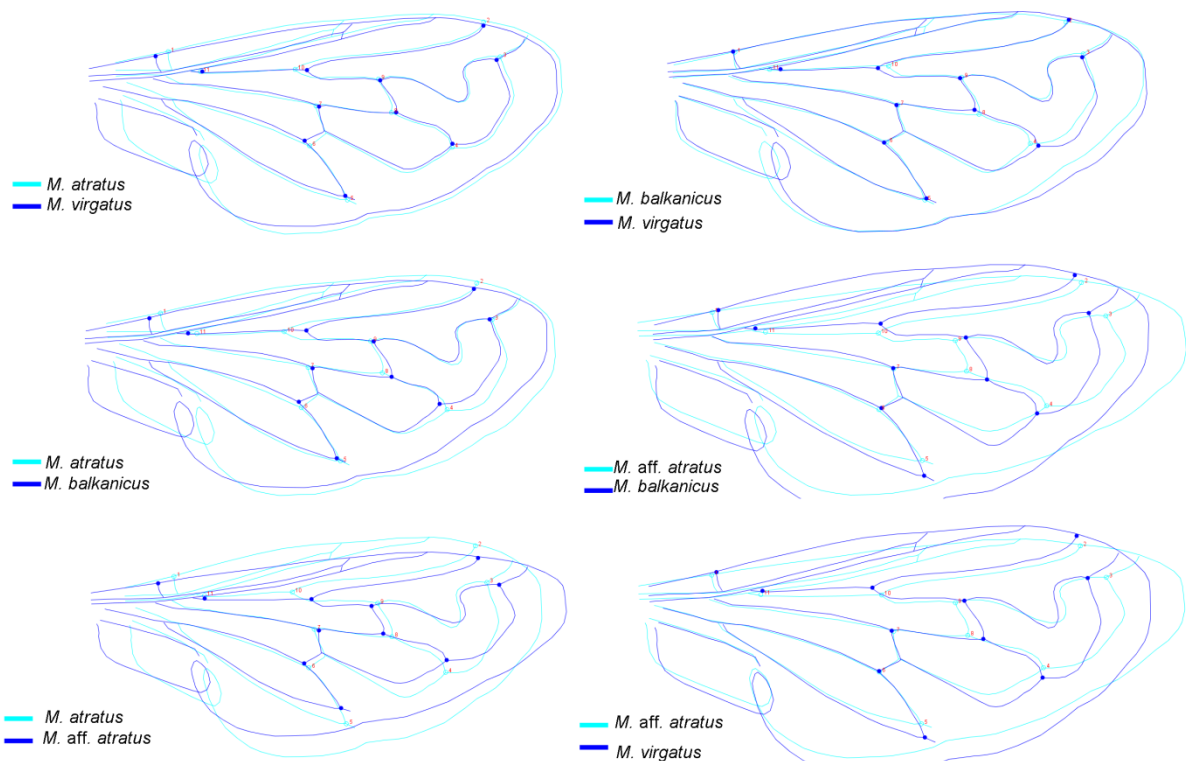
Na geo-fenogramu je prikazana sličnost oblika krila, kao i distribucija taksona. Evropski taksoni formiraju zaseban klaster unutar kog se po sličnosti krila grupišu *M. virgatus* i *M. balkanicus* (Slika 19).

Dijagram razlika u obliku krila jasno prikazuje najveću razliku između *M. atratus* i *M. aff. atratus*, izraženu posebno u širini krila (Slika 20). Posmatrajući razlike u obliku krila između evropskih taksona *M. atratus* i *M. balkanicus* se najviše razlikuju, dok su razlike između *M. atratus* i *M. virgatus*, kao i *M. virgatus* i *M. balkanicus* nešto suptilnije (Slika 20).

Rezultati analize oblika krila vrsta *M. atratus*, *M. virgatus* i *M. balkanicus* su objavljeni u Šašić i sar., 2016.



Slika 19. Prikaz distribucije i sličnosti oblika krila (UPGMA fenogram) vrsta *Merodon atratus* kompleksa: ● *M. atratus* (Oldenberg, 1919) ● *M. virgatus* Vujić et Radenković, 2016 ● *M. balkanicus* Šašić, Ačanski et Vujić, 2016 ● *M. aff. atratus*.



Slika 20. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila vrsta *Merodon atratus* kompleksa. Dijagrami koji opisuju razlike u obliku krila između parova vrsta (uvećane tri puta).

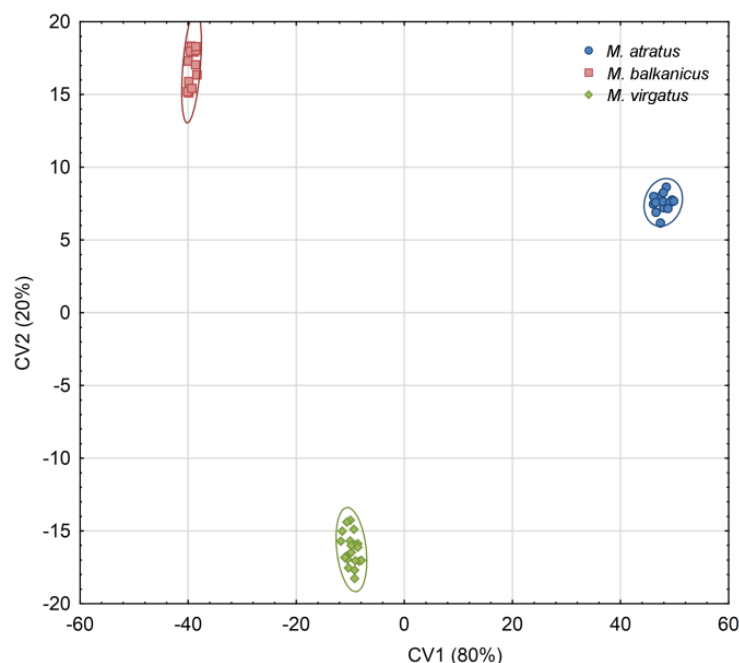
4.1.2.3.2 Analiza oblika surstila genitalnog aparata mužjaka *Merodon atratus* kompleksa

Analizirajući varijabilnost oblika posteriornog lobusa surstila, diskriminantna analiza je sa visokom značajnošću odvojila taksonu *M. atratus*, *M. virgatus* i *M. balkanicus* (Tabela 26). Sve jedinice su sa 100% tačnosti klasifikovane u *a priori* definisane grupe.

Tabela 17. Statistička značajnost razlike u obliku surstila vrsta *Merodon atratus* kompleksa. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; df=12,38

	<i>M. atratus</i>	<i>M. virgatus</i>	<i>M. balkanicus</i>
<i>M. atratus</i>		232,6725	370,6352
<i>M. virgatus</i>	0,000000		108,9808
<i>M. balkanicus</i>	0,000000	0,000000	

Kanonijska analiza je izdvojila dve visoko signifikantne ose (Tabela 18). CV1 nosi 80% varijabilnosti i opisuje razliku između alpskog taksona *M. atratus* i balkanskih taksona, sa naglaskom na upečatljivu razliku u obliku surstila između *M. atratus* i *M. balkanicus* (Slika 21). CV2 sa 20% varijabilnosti opisuje razliku između balkanskih taksona (Slika 21).



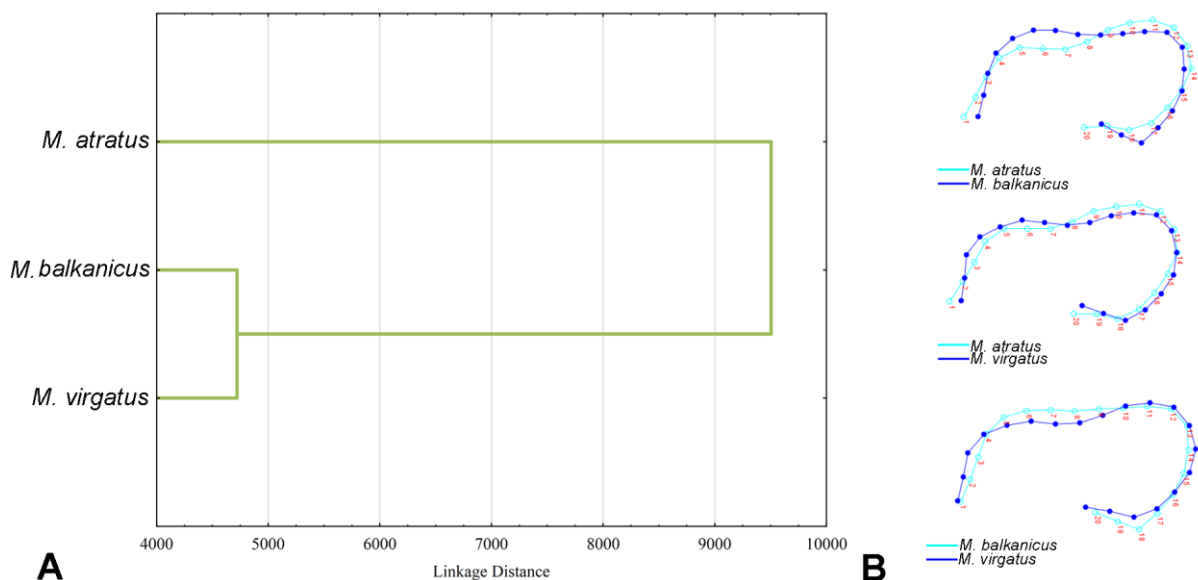
Slika 21. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika surstila vrsta *Merodon atratus* kompleksa. Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom

Tabela 18. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika surstila vrsta *Merodon atratus* kompleksa.

Kanonijska osa	Sopstvena vrednost	Koeficijent kanonijske korelacije	Wilks' Lambda	Hi-kvadrat	df	p	Varijabilnost %
CV1	1234,968	0,9996	0,000004	381,72	7	0,0	80
CV2	219,501	0,9977	0,004535	164,575	3	0,0	20

Fenogram konstruisan na osnovu kvadrata Mahalanobisovih distanci prikazuje sličnost oblika surstila taksona *M. virgatus* i *M. balkanicus* (Slika 22A). Na dijagramima oblika surstila uočava se najveća razlika između *M. atratus* i *M. balkanicus*. Kod svih parova vrsta, promene su najvećim delom koncentrisane u posteriornom delu posteriornog lobusa surstila (Slika 22B).

Rezultati analize oblika surstila ovih vrsta su objavljeni u radu Šašić i sar., 2016.



Slika 22. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika surstila vrsta *Merodon atratus* kompleksa. A) UPGMA fenogram konstruisan na osnovu kvadrata Mahalanobisovih distanci oslikava sličnost oblika surstila. B) Razlike u obliku surstila između parova vrsta (uvećane tri puta).

4.1.2.3.3 Analiza klimatskih profila vrsta *Merodon atratus* kompleksa

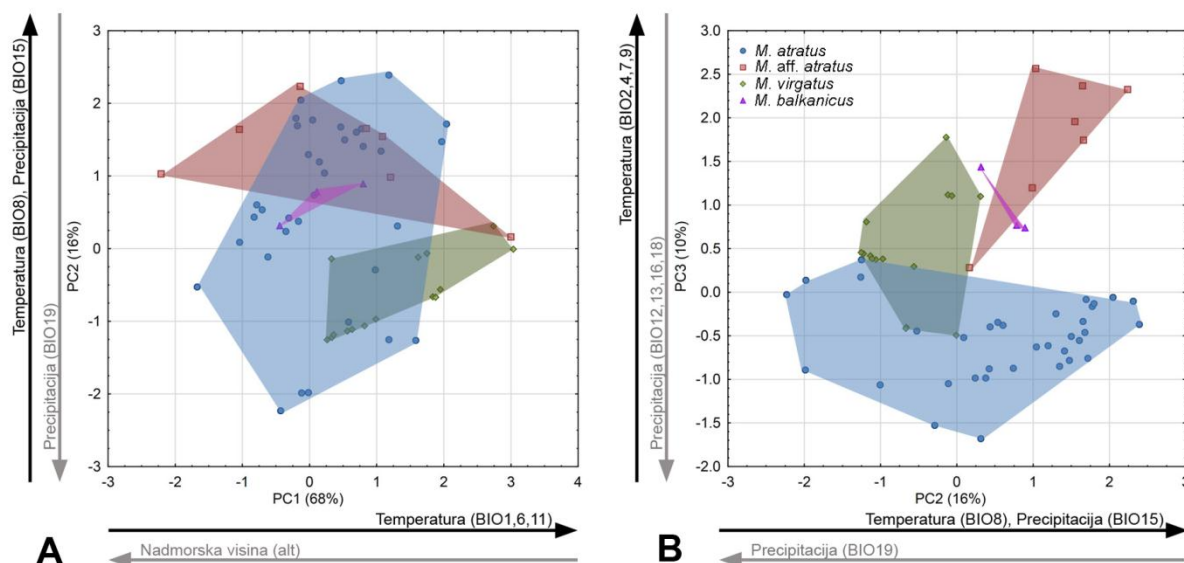
PCA je na osnovu orografske i bioklimatskih varijabli izdvojila tri PC ose, koje objašnjavaju 94% ukupne varijabilnosti između jedinki, dok je ANOVA pokazala da sve tri izdvojene ose opisuju varijabilnost između vrsta (Tabela 19). PC2 ukazuje na klimatske razlike

između svih parova vrsta, dok PC1 i PC3 opisuju razlike između svih parova vrsta osim *M. virgatus* i *M. balkanicus* (Fisher LDS test).

Tabela 19. Rezultati analize glavnih komponenti bioklimatskih i orografskih varijabli *Merodon atratus* kompleksa. Vrednost faktorskog opterećenja veća od $\pm 0,8$ i statistički značajne razlike su boldirane.

Varijable	Faktorsko opterećenje		
	PC1	PC2	PC3
alt	-0,95	-0,18	-0,21
BIO1	0,83	0,17	0,53
BIO2	0,30	0,37	0,83
BIO3	0,35	0,30	0,79
BIO4	0,37	0,31	0,81
BIO5	0,65	0,22	0,71
BIO6	0,94	-0,16	0,13
BIO7	0,30	0,37	0,83
BIO8	0,22	0,88	-0,29
BIO9	0,49	-0,25	0,80
BIO10	0,76	0,20	0,61
BIO11	0,92	0,06	0,34
BIO12	-0,21	-0,36	-0,88
BIO13	-0,30	-0,02	-0,92
BIO14	-0,14	-0,62	-0,73
BIO15	-0,14	0,87	0,31
BIO16	-0,29	-0,01	-0,93
BIO17	-0,17	-0,59	-0,75
BIO18	-0,24	0,01	-0,95
BIO19	-0,05	-0,82	-0,49
Sopstvena vrednost	13,51	3,18	2,02
Varijabilnost %	68	16	10
Kumulativni %	68	84	94
ANOVA p	0,000000	0,000000	0,000000
ANOVA F	27,46994	115,1126	436,6745

PC1 je negativno korelisana sa nadmorskom visinom, i pozitivno korelisana sa vrednostima temperature (najhladnijeg meseca i kvartala i srednje godišnje temperature) (Tabela 19). PC1 oslikava široku ekološku valencu *M. aff. atratus* vezanu za nadmorsku visinu i godišnja temperaturna variranja, što ukazuje i visoka vrednost standardne devijacije za PC1 (Slika 23A, Tabela 20).



Slika 23. Analiza klimatskih parametara vrsta *Merodon atratus* kompleksa. A) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC1 i PC2 osom. B) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC2 i PC3 osom.

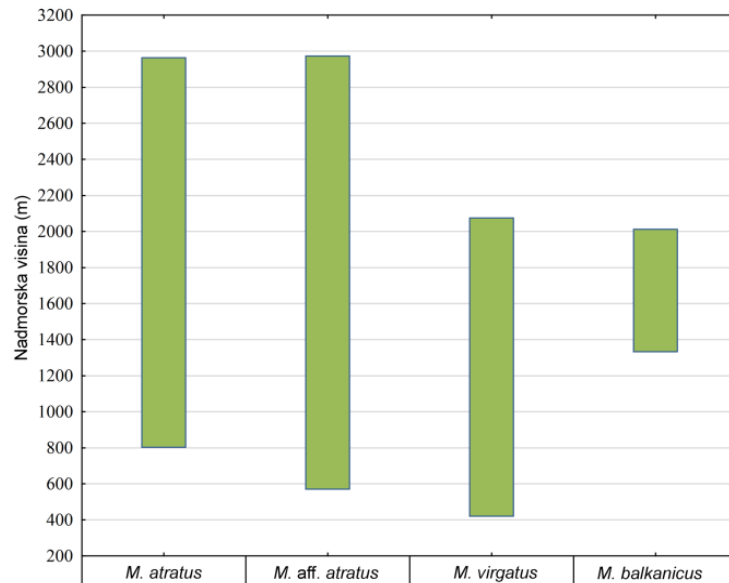
Druga klimatska osa je pozitivno korelisana sa temperaturom najvlažnijeg kvartala i sezonskom precipitacijom i negativno korelisana sa precipitacijom najhladnijeg kvartala (Tabela 19). PC2 osa razdvaja *M. aff. atratus* i *M. balkanicus* od *M. virgatus*. Prema PC2 *M. virgatus* preferira staništa sa manjom fluktuacijom sezonskih padavina, veću količinu padavina u najhladnijem kvartalu i niže vrednosti srednje temperature najvlažnijeg kvartala. Vrste *M. virgatus*, *M. balkanicus* i *M. aff. atratus* za razliku od *M. atratus* imaju usku adaptibilnost na ekološke faktore korelisane sa PC2 (Slika 23A).

Tabela 20. Vrednosti standardne devijacije aritmetičke sredine vrednosti faktora kao pokazatelj adaptabilnosti vrsta *Merodon atratus* kompleksa na faktore korelisane sa PC osama.

	PC1	PC2	PC3
<i>M. atratus</i>	0,952816	0,846787	0,336380
<i>M. balkanicus</i>	0,432506	0,172782	0,209050
<i>M. virgatus</i>	0,602458	0,473880	0,575948
<i>M. aff. atratus</i>	1,516174	0,475724	0,630396

PC3 je pozitivno korelisana sa faktorima koji opisuje dnevne, sezonske i godišnje varijacije temperature i negativno korelisana sa količinom padavina najvlažnijeg i najsuvljeg kvartala. Ova osa jasno odvaja *M. atratus* od *M. balkanicus* i *M. aff. atratus* i ukazuje da *M. atratus* preferira staništa sa većom količinom padavina tokom godine i manjom fluktuacijom dnevne, mesečne i godišnje temperature (Slika 23B). Sve četiri vrste imaju relativno usku adaptibilnost na fluktuacije temperature i količinu padavina (Tabela 20).

Vrste iz *M. atratus* kompleksa naseljavaju širok raspon nadmorskih visina od 400 do približno 3.000 m (Slika 24). Najveći opseg nadmorske visine ima istočno turski takson *M. aff. atratus*, dok endemska vrsta *M. balkanicus* naseljava nadmorske visine od 1.400 do 2.000 m.



Slika 24. Prikaz raspona nadmorskih visina na kojima se javljaju vrste iz *Merodon atratus* kompleksa.

4.1.2.3.4 Analiza uticaja geografske distribucije i klimatskih faktora na promene oblika krila i surstila vrsta iz *Merodon atratus* kompleksa

Rezultati Mantel testa ne ukazuju na postojanje korelacije između razlika u obliku krila analiziranih vrsta, geografske udaljenosti ($r=0,83964$; $p=0,07150$) i razlika u sredinskim nišama ($r=0,48921$; $p=0,34704$).

Razlike u obliku surstila nisu uslovljene geografskom distribucijom (Mantel test: $r=0,93995$, $p=0,18730$), ni klimatskim faktorima karakterističnim za staništa svake vrste ($r=-0,00550$, $p=1,00000$).

4.1.2.4 *Merodon cinereus* kompleks

4.1.2.4.1 Analiza oblika krila *Merodon cinereus* kompleksa

Iz uzorka od 127 jedinki PCA je izdvojila sedam osa koje opisuju 73% varijabilnost oblika krila u celom uzorku (Tabela 21). Šest od sedam PC osa je vezano sa razliku u obliku krila između vrsta (ANOVA, Tabela 21).

Tabela 21. Rezultati analize glavnih komponenti i analize varijanse parametara oblika krila *Merodon cinereus* kompleksa. Statistički značajne razlike su boldirane.

PC osa	PCA			ANOVA	
	Sopstvena vrednost	Varijabilnost %	Kumulativna varijabilnost %	F	p
PC1	3,34	19	19	6,586311	0,001912
PC2	2,20	12	31	19,64732	0,000000
PC3	2,06	11	42	8,685731	0,000295
PC4	1,65	9	51	7,095803	0,001209
PC5	1,52	8	59	3,799230	0,025038
PC6	1,26	7	66	1,074715	0,344553
PC7	1,20	7	73	3,766071	0,025833

Diskriminantna analiza je sa visokom značajnošću razdvojila sva tri taksona na osnovu varijabli oblika krila (Tabela 22). Jedinke su klasifikovane u *a priori* grupe sa 87% korektne klasifikacije. 94% jedinki *M. cinereus*, 84% *M. moesiacus* i 82% *M. oromediterraneus* je korektno klasifikovano.

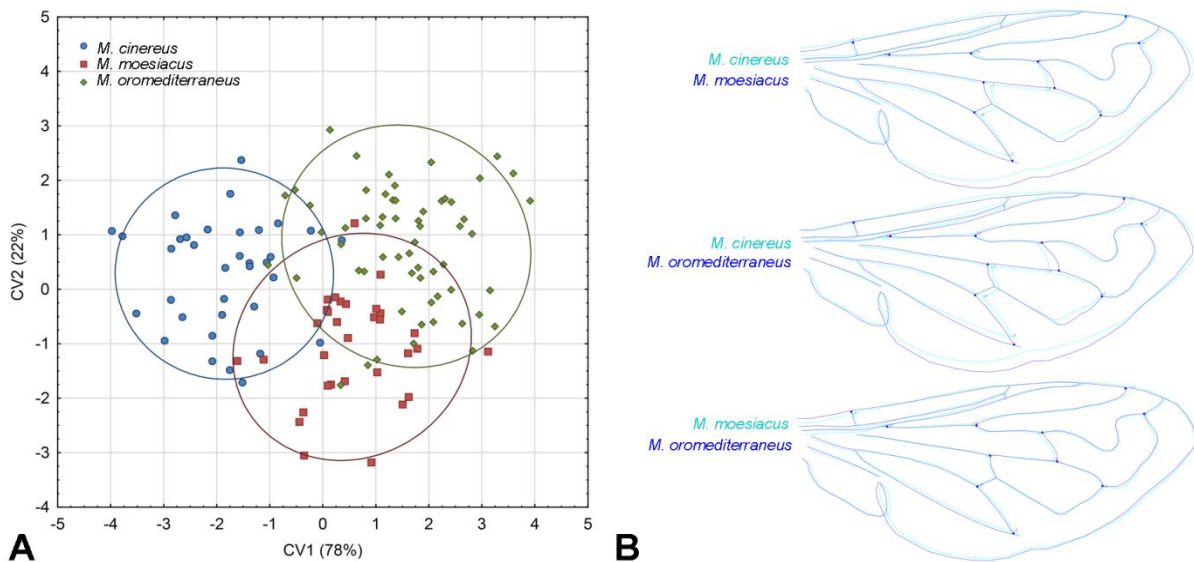
Tabela 22. Statistička značajnost razlike u obliku krila vrsta *Merodon cinereus* kompleksa. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; df=18,107.

	<i>M. cinereus</i>	<i>M. moesiacus</i>	<i>M. oromediterraneus</i>
<i>M. cinereus</i>		5,745204	12,21347
<i>M. moesiacus</i>	0,000000		4,37227
<i>M. oromediterraneus</i>	0,000000	0,000000	0,000000

Kanonijska analiza je izdvojila dve visoko signifikantne ose koje opisuju razlike u obliku krila između analiziranih jedinki (Tabela 23). CV1 opisuje razliku između *M. cinereus* i *M. oromediterraneus*, dok CV2 sa 22% varijabilnosti ukazuje na razliku oblika krila između *M. moesiacus* i *M. cinereus* - *M. oromediterraneus* (Slika 25A).

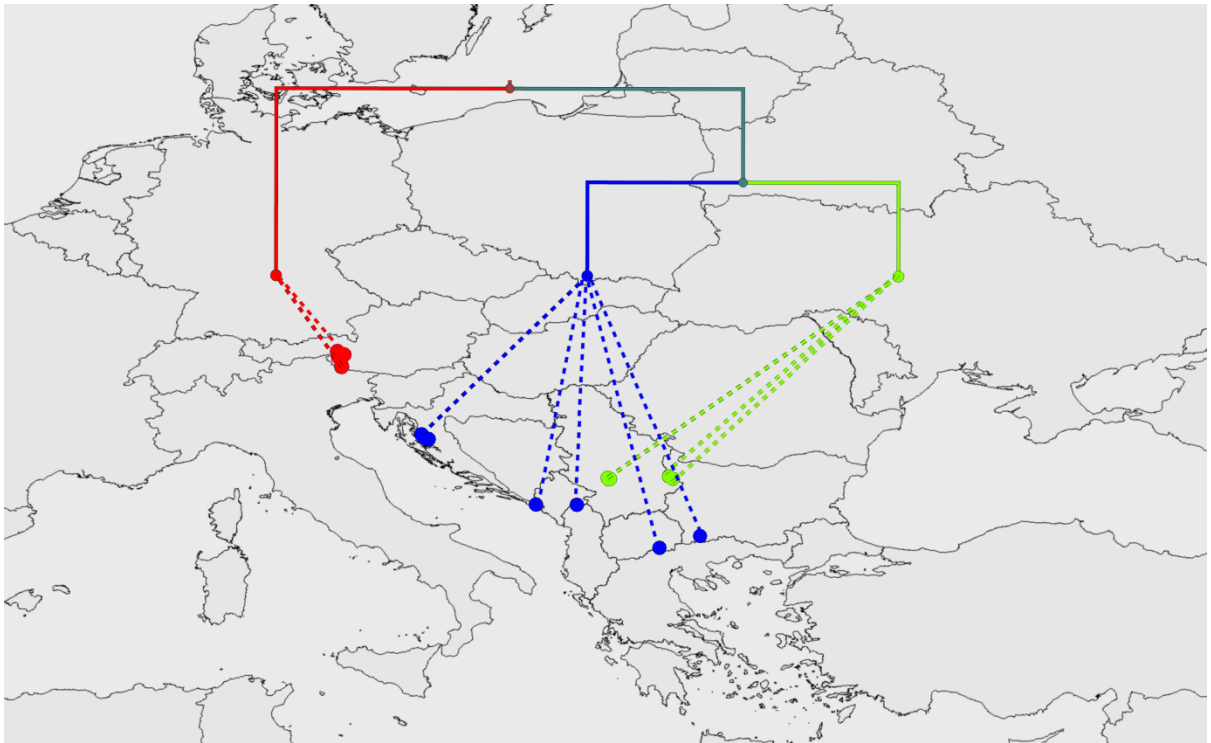
Tabela 23. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila vrsta *Merodon cinereus* kompleksa.

Kanonijska osa	Sopstvena vrednost	Koeficijent kanonijske korelacije	Wilks' (Lambda)	Hi-kvadrat	df	p	Varijabilnost %
CV1	2,14331	0,82575	0,19874	294,878	36	0,000000	78
CV2	0,60079	0,61262	0,62469	85,865	17	0,000000	22



Slika 25. Geometrijsko-morfometrijska analiza krila surstila vrsta *Merodon cinereus* kompleksa. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Razlike u obliku krila između parova vrsta (uvećane tri puta).

Na geo-fenogramu balkanski taksoni se grupišu po sličnosti oblika krila i čine jedan klaster (Slika 26). Mreže deformacije oslikavaju najveće razlike u obliku krila između taksona *M. cinereus* i *M. oromediterraneus*, i diskretne razlike između *M. oromediterraneus* i *M. moesiacus* (Slika 25B).



Slika 26. Prikaz distribucije i sličnosti oblika krila (UPGMA fenogram) vrsta *Merodon cinereus* kompleksa: ● *M. cinereus* (Fabricius, 1794) ● *M. oromediterraneus* Vujić, Radenković et Šašić, in lit. ● *M. moesiacus* Vujić, Radenković et Ačanski, in lit.

4.1.2.4.2 Analiza oblika surstila genitalnog aparata mužjaka *Merodon cinereus* kompleksa

Diskriminantna analiza je razdvojila *M. cinereus*, *M. moesiacus* i *M. oromediterraneus* sa visokom značajnošću na osnovu varijabli oblika surstila (Tabela 24). Jedinke su korektno klasifikovane u *a priori* definisane grupe sa 97% tačnosti. Od ukupno 64 jedinke, dve su pogrešno klasifikovane, jedna *M. cinereus* kao *M. oromediterraneus* i jedan *M. oromediterraneus* kao *M. cinereus*. Sve jedinke taksona *M. moesiacus* su korektno klasifikovane.

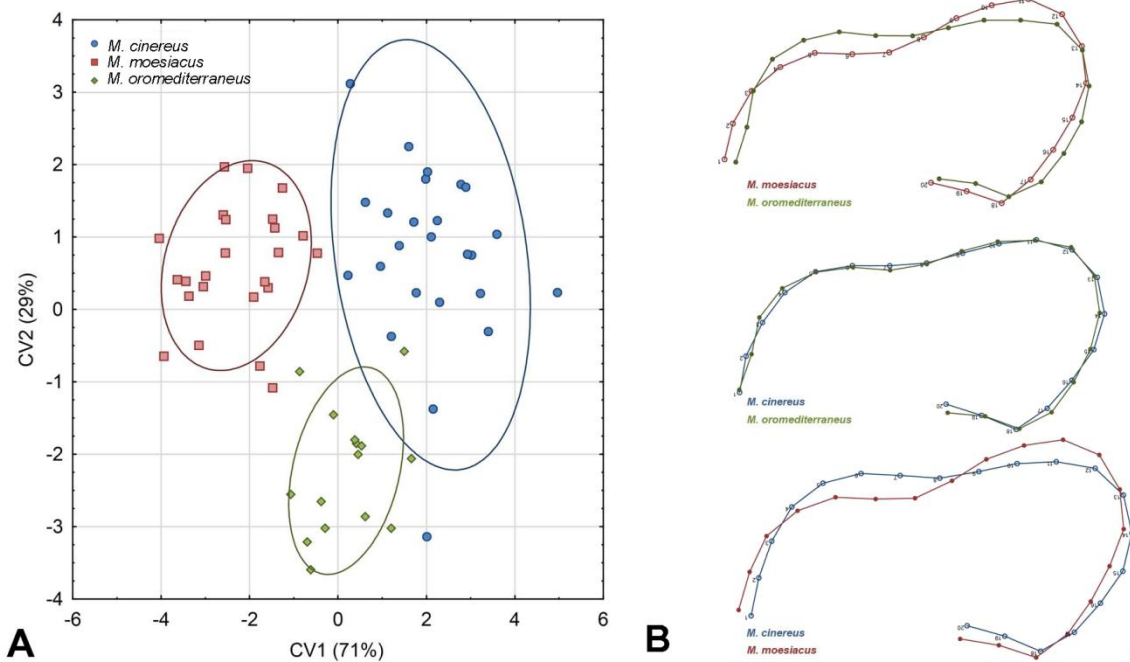
Tabela 24. Statistička značajnost razlike u obliku surstila vrsta *Merodon cinereus* kompleksa. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; df=38,88.

	<i>M. cinereus</i>	<i>M. moesiacus</i>	<i>M. oromediterraneus</i>
<i>M. cinereus</i>		8,778715	4,360182
<i>M. moesiacus</i>	0,000000		4,852349
<i>M. oromediterraneus</i>	0,000000	0,000000	0,000000

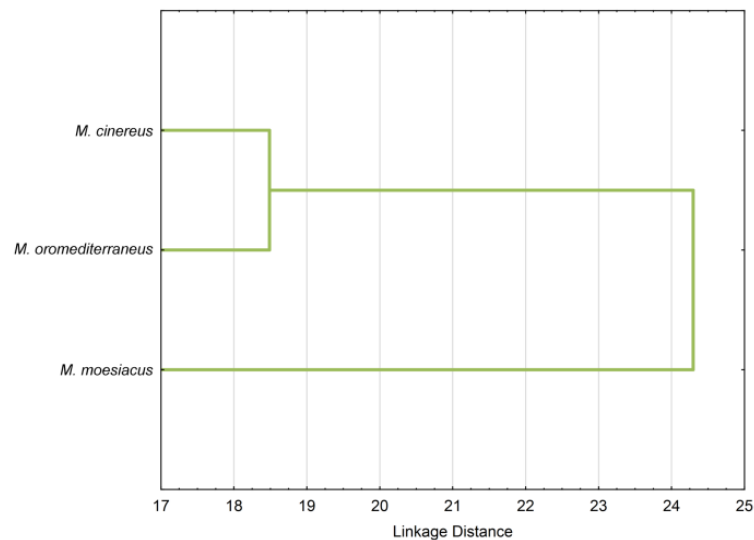
Kanonijska analiza je izdvojila dve visoko signifikantne ose (Tabela 25). CV1 jasno razdvaja *M. cinereus* od balkanskih taksona, dok CV2 jasno odvaja *M. moesiacus* od *M. oromediterraneus*, i delimično *M. oromediterraneus* od *M. cinereus* (Slika 27A). Fenogram konstruisan na osnovu varijabli oblika surstila, prikazuje sličnost oblika posteriornog dela surstila i grupisanje vrsta *M. cinereus* i *M. oromediterraneus* (Slika 28). Najrazličitiji oblik posteriornog dela surstila ima vrsta *M. moesiacus* (Slika 27B), dok su razlike između *M. cinereus* i *M. oromediterraneus* diskretne (Slika 27B).

Tabela 25. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika surstila vrsta *Merodon cinereus* kompleksa.

	Sopstvena vrednost	Koeficijent kanonijske korelacije	Wilks' Lambda	Hi-kvadrat	df	p	Varijabilnost %
CV1	3,797011	0,889684	0,081465	267,0572	76	0,000000	71
CV2	1,558923	0,780519	0,390789	100,0660	37	0,000000	29



Slika 27. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika surstila vrsta *Merodon cinereus* kompleksa. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Razlike u obliku surstila između parova vrsta (uvećane tri puta).



Slika 28. UPGMA fenogram konstruisan na osnovu kvadrata Mahalanobisovih distanci oslikava sličnost oblika surstila vrsta *Merodon cinereus* kompleksa.

4.1.2.4.3 Analiza klimatskih profila vrsta *Merodon cinereus* kompleksa

Iz uzorka 1.003 jedinke iz *M. cinereus* kompleksa PCA je izdvojila četiri ose, koje opisuju 93% varijabilnosti klimatskih faktora (Tabela 26). ANOVA je utvrdila da sve četiri sredinske ose opisuju razlike u sredinskim faktorima između vrsta. Dodatno, Fisher LSD test je utvrdio da se svi parovi vrsta značajno razlikuju u klimatskim faktorima korelisanim sa osama PC1 i PC3. PC2 razdvaja sve parove vrsta osim *M. moesiacus* i *M. oromediterraneus*, dok PC4 odvaja sve parove vrsta osim *M. cinereus* i *M. moesiacus*. PC1 i PC4 ose su korelisane sa faktorima vezanim za temperaturu i nadmorsku visinu, dok su PC2 i PC3 korelisani sa vrednostima precipitacije (Tabela 26).

PC1 osa je negativno korelisana sa nadmorskom visinom, i pozitivno korelisana sa vrednostima temperature, dok je PC4 pozitivno korelisana sa faktorima koji opisuju mesečno, sezonsko i godišnje variranje temperature, Na osnovu položaja jedinki u sredinskom prostoru temperaturnih varijabli, *M. moesiacus* i *M. oromediterraneus* naseljavaju toplija staništa, sa izraženijim sezonskim i godišnjim fluktuacijama temperature (Slika 29A).

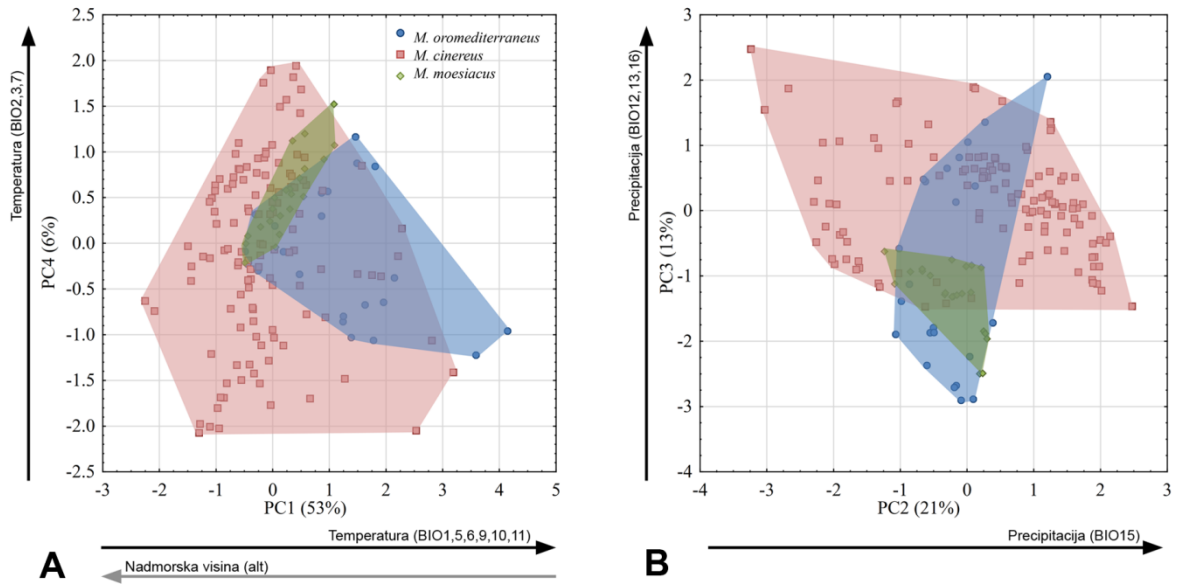
Tabela 26. Rezultati analize glavnih komponenti bioklimatskih i orografskih varijabli *Merodon cinereus* kompleksa. Vrednost faktorskog opterećenja veća od $\pm 0,8$ i statistički značajne razlike su boldirane.

Varijable	Faktorsko opterećenje			
	PC1	PC2	PC3	PC4
alt	-0,81	-0,21	0,03	-0,53
BIO1	0,88	0,12	-0,16	0,41
BIO2	0,27	0,25	-0,21	0,88
BIO3	0,10	0,23	-0,18	0,84
BIO4	0,50	0,20	-0,22	0,73
BIO5	0,81	0,14	-0,19	0,54
BIO6	0,98	-0,02	-0,10	0,02
BIO7	0,39	0,23	-0,22	0,84
BIO8	-0,03	0,70	0,11	0,47
BIO9	0,83	-0,32	-0,20	-0,06
BIO10	0,86	0,13	-0,17	0,46
BIO11	0,94	0,07	-0,13	0,24
BIO12	-0,17	-0,49	0,83	-0,18
BIO13	-0,16	-0,04	0,93	-0,26
BIO14	-0,19	-0,76	0,55	-0,22
BIO15	0,02	0,92	0,16	0,08
BIO16	-0,16	-0,05	0,95	-0,21
BIO17	-0,15	-0,79	0,53	-0,24
BIO18	-0,63	0,15	0,72	0,08
BIO19	0,18	-0,79	0,46	-0,29
Sopstvena vrednost	10,62	4,22	2,55	1,27
Varijabilnost %	53	21	13	6
Kumulativni %	53	74	87	93
ANOVA p	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
ANOVA F	378,8668	21,21638	247,1222	23,45466

PC2 osa je pozitivno korelisana sa sezonskom varijacijom količine padavina, dok je PC3 pozitivno korelisana sa godišnjom količinom padavina i količinom padavina najvlažnijeg kvartala i meseca (Tabela 26). *Merodon cinereus* zauzima veći deo sredinskog prostora opisanog sa PC2 osom, dok *M. orromediterraneus* pokazuje najširu ekološku valencu povezanu sa količinom padavina u toku godine (Slika 29B).

Tabela 27. Vrednosti standardne devijacije aritmetičke sredine vrednosti faktora kao pokazatelj adaptabilnosti vrsta *Merodon cinereus* kompleksa na faktore korelisane sa PC osama.

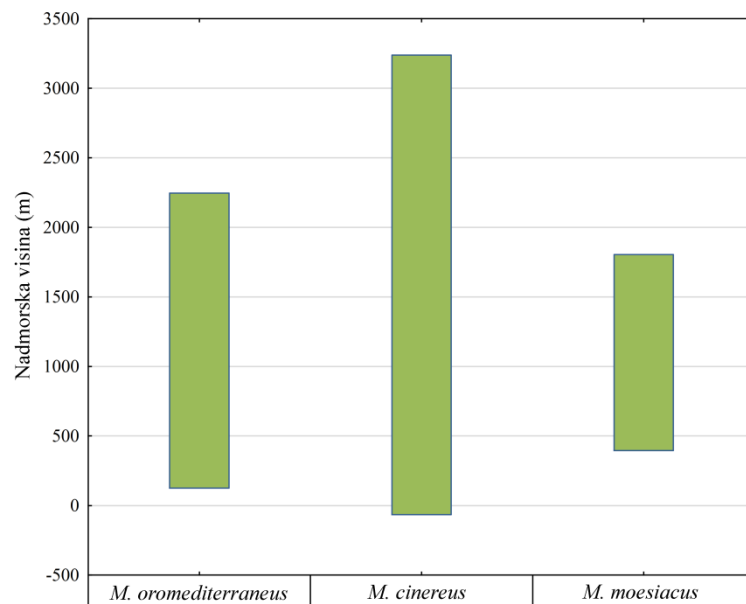
	PC1	PC2	PC3	PC4
<i>M. cinereus</i>	0,78	1,16	0,67	1,14
<i>M. moesiacus</i>	0,40	0,29	0,30	0,34
<i>M. orromediterraneus</i>	0,87	0,45	1,40	0,59



Slika 29. Analiza klimatskih parametara vrsta *Merodon cinereus* kompleksa. A) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC1 i PC4 osom. B) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC2 i PC3 osom.

Na osnovu vrednosti standardne devijacije, *M. cinereus* ima najveću adaptibilnost na faktore korelisane sa PC2 i PC3 osama, dok *M. oromediterraneus* ima široku ekološku valencu za PC3 osu. Endemska vrsta *M. moesiacus* ima usku adaptibilnost na sve četiri izdvojene ose, što je u skladu sa njenom ograničenom distribucijom (Tabela 27).

Vrste iz *M. cinereus* kompleksa naseljavaju širok opseg nadmorskih visina od 0 do nešto više od 3.000 m (Slika 30).



Slika 30. Prikaz raspona nadmorskih visina na kojima se javljaju vrste *Merodon cinereus* kompleksa.

4.1.2.4.4 Analiza uticaja geografske distribucije i klimatskih faktora na promene oblika krila i surstila vrsta iz *Merodon cinereus* kompleksa

Rezultati Mantel testa ukazuju da ne postoji signifikantna korelacija između razlika u obliku krila i surstila i geografske distribucije analiziranih vrsta (krila: $r=0,15601$; $p=1,00000$; stili: $r=0,88491$; $p=0,33650$). Takođe, nije utvrđena signifikantna korelacija između klimatskih faktora i razlika u obliku analiziranih struktura (krila: $r=-0,38889$; $p=0,85130$; stili: $r=-0,74699$; $p=0,33540$).

4.1.2.5 *Merodon caerulescens* kompleks

4.1.2.5.1 Analiza oblika krila *Merodon caerulescens* kompleksa

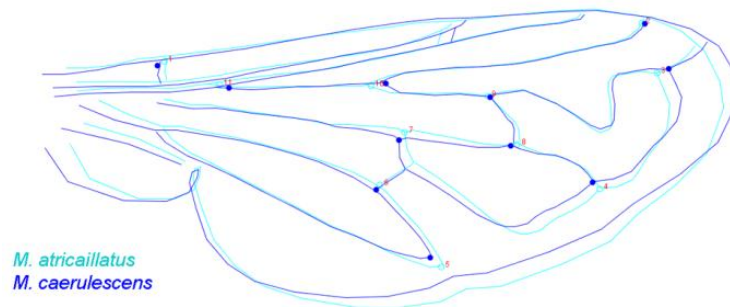
Analizirana su dva geografski izolovana ostrvska taksona: *M. caerulescens* sa Rodosa, i *M. atricapillatus* sa Krita. U uzorku od 47 jedinki PCA je izdvojila šest glavnih komponenti koje opisuju varijabilnost oblika krila (Tabela 28). Sve ose osim PC3 su vezane za razlike oblika krila između *M. caerulescens* i *M. atricapillatus* (ANOVA, Tabela 28).

Tabela 28. Rezultati analize glavnih komponenti i analize varijanse parametara oblika krila *Merodon caerulescens* kompleksa. Statistički značajne razlike su boldirane.

PC osa	PCA			ANOVA	
	Sopstvena vrednost	Varijabilnost %	Kumulativna varijabilnost %	F	p
PC1	3,43	19	19	13,51253	0,000398
PC2	2,89	16	35	5,274534	0,023909
PC3	2,39	13	48	0,117659	0,732370
PC4	1,67	9	57	6,165598	0,014838
PC5	1,41	8	65	25,35809	0,000002
PC6	1,30	7	72	6,005243	0,016154

Na osnovu parametara oblika krila, DA je razdvojila *M. caerulescens* i *M. atricapillatus* sa visokom značajnošću ($F_{18,75}=17,51768$, $p<0,00000$). Sve jedinice su klasifikovane sa 100% tačnosti u *a priori* definisane grupe. Kanonijska analiza je izdvojila jednu visoko signifikantnu osu, koja opisuje razlike u obliku krila između analiziranih taksona (CV1: Wilks' Lambda=0,192151; $\chi^2=136,9064$; $p<0,00000$).

Na osnovu mreže deformacije, razlike u obliku krila između *M. caerulescens* i *M. atricapillatus* su koncentrisane u centralnom i distalnom delu krila (Slika 31).



Slika 31. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila vrsta *Merodon caerulescens* kompleksa. Razlike u obliku krila između vrsta (uvećane pet puta).

4.1.3 **MERODON BESSARABICUS** PODGRUPA

4.1.3.1 Analiza oblika krila taksona *Merodon bessarabicus* podgrupe

Analizirana je razlika u obliku krila između *M. bessarabicus*, *M. ambiguus*, *M. austerus* i *M. sapphous*. DA je pokazala da se svi istraživani taksoni visoko signifikantno razlikuju po obliku krila (Tabela 29). Ukupni procenat korektne klasifikacije jedinki u *a priori* definisane grupe iznosi 94%. Od ukupno 163 jedinke devet je pogrešno klasifikovano. Najveći procenat korektne klasifikacije ima takson *M. sapphous* (98%) gde je jedna jedinka klasifikovana kao *M. austerus*. Dve jedinke taksona *M. ambiguus* su pogrešno klasifikovane, jedna kao *M. austerus*, druga kao *M. bessarabicus*. Dve jedinke *M. bessarabicus* su klasifikovane kao *M. ambiguus*. Najniži procenat korektne klasifikacije ima takson *M. austerus* (90%), gde su tri jedinke klasifikovane kao *M. bessarabicus* i jedna kao *M. ambiguus*.

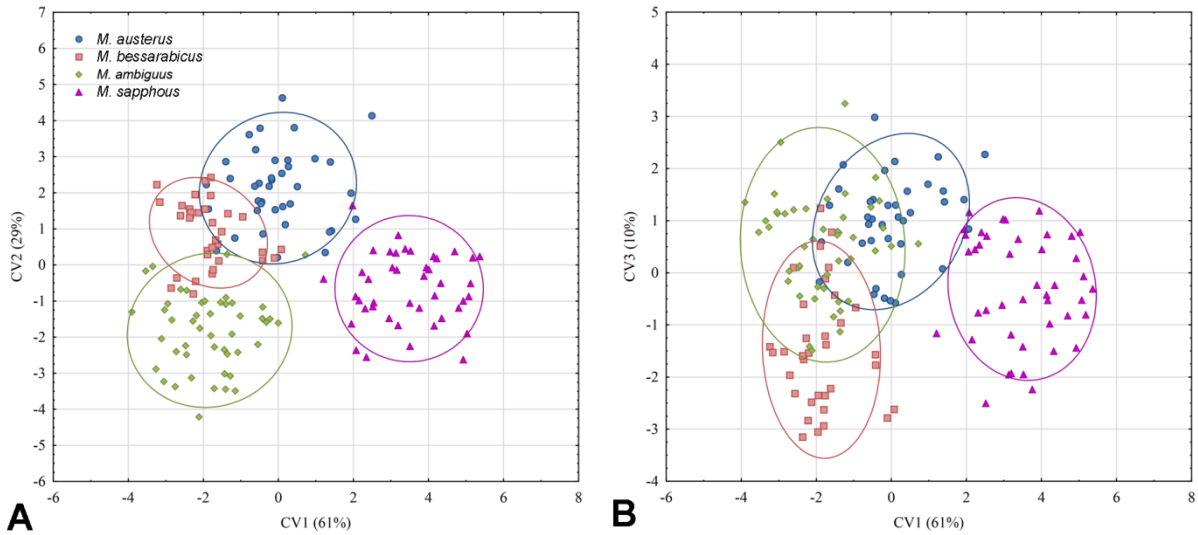
Tabela 29. Statistička značajnost razlike u obliku krila taksona iz *Merodon bessarabicus* podgrupe. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; df=18,142.

	<i>M. austerus</i>	<i>M. bessarabicus</i>	<i>M. ambiguus</i>	<i>M. sapphous</i>
<i>M. austerus</i>		9,91008	20,13988	21,98700
<i>M. bessarabicus</i>	0,000000		11,11224	30,48207
<i>M. ambiguus</i>	0,000000	0,000000		33,77467
<i>M. sapphous</i>	0,000000	0,000000	0,000000	

Kanonijska analiza je izdvojila tri kanonijske ose koje opisuju razlike u obliku krila između analiziranih taksona (Tabela 30). CV1 jasno odvaja *M. sapphous* od ostalih taksona iz *bessarabicus* podgrupe i opisuje 61% varijabilnosti oblika krila (Slika 32). CV2 sa 29% od ukupne varijabilnosti razdvaja *M. austerus* i *M. ambiguus*, dok CV3 sa 10% opisuje razliku između *M. bessarabicus* i *M. ambiguus* (Slika 32B).

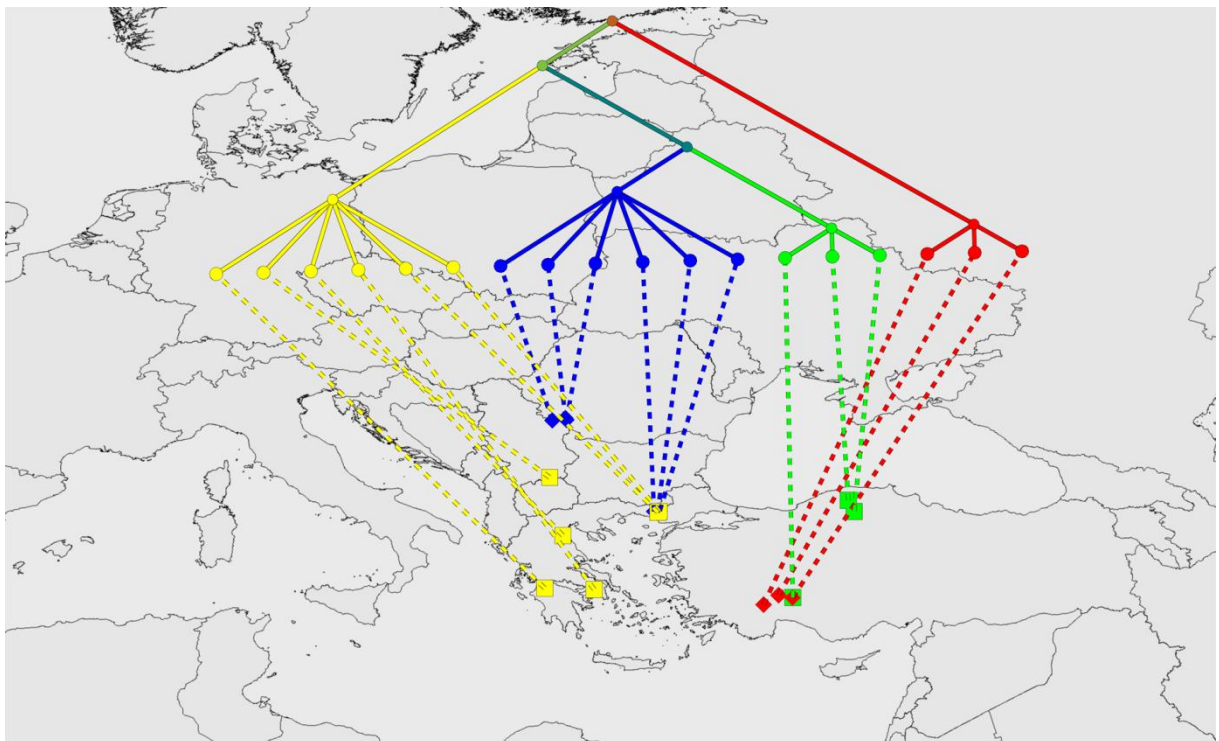
Tabela 30. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila taksona iz *Merodon bessarabicus* podgrupe.

Kanonijska osa	Sopstvena vrednost	Koeficijent kanonijske korelacije	Wilks' Lambda	Hi-kvadrat	df	p	Varijabilnost %
CV1	5,018400	0,913150	0,027202	544,2752	54	0,000000	61
CV2	2,369682	0,838592	0,163711	273,2572	34	0,000000	29
CV3	0,812726	0,669585	0,551655	89,8196	16	0,000000	10



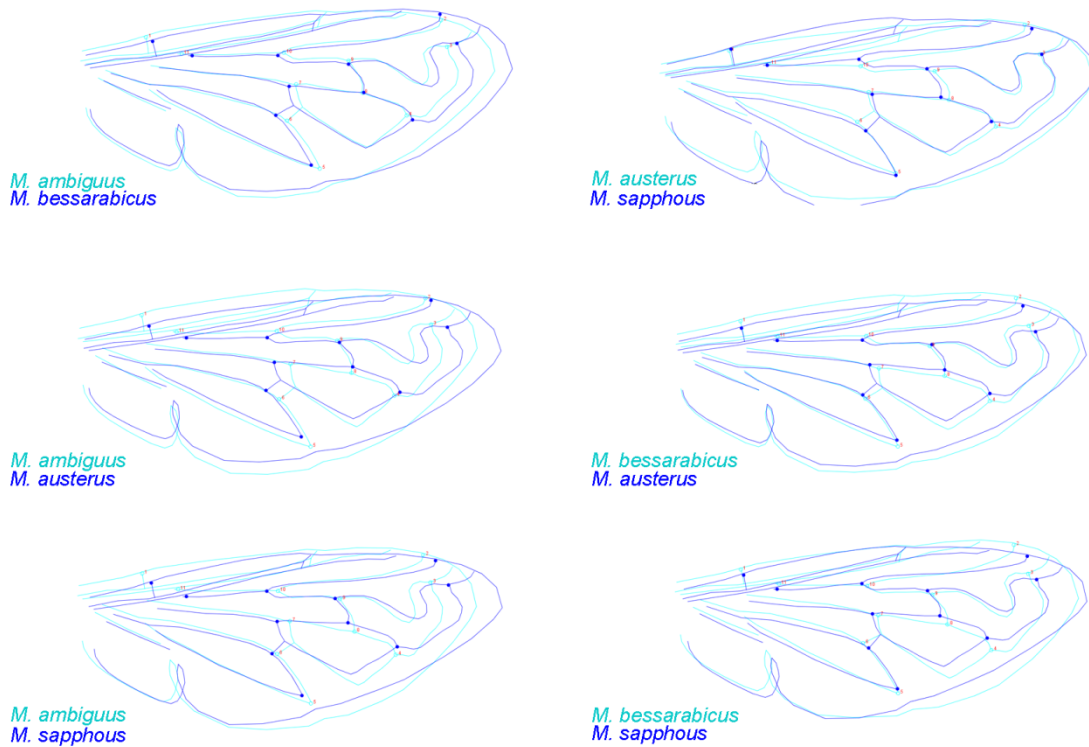
Slika 32. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila taksona iz *Merodon bessarabicus* podgrupe. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV3 osom.

Na geo-fenogramu su prikazani odnosi između taksona na osnovu oblika krila. Interesantno je napomenuti da se taksoni ne grupišu u klastere u skladu sa geografskom distribucijom (Slika 33). Taksoni *M. sapphous* i *M. bessarabicus* se najviše razlikuju po obliku krila. Najsljedniji oblik krila imaju *M. bessarabicus* i balkanski takson *M. ambiguus* (Slika 33).



Slika 33. Prikaz distribucije i sličnosti oblika krila (UPGMA fenogram) taksona iz *Merodon bessarabicus* podgrupe. ■ *M. austerus* Vujić et Radenković, in lit. ■ *M. bessarabicus* Paramonov, 1924 ◆ *M. ambiguus* Bradescu, 1986 ◆ *M. sapphous* Vujić, Pérez-Bañon et Radenković, 2007.

Razlike u obliku krila između parova taksona prikazane su na Slici 34. Razlike između *M. bessarabicus* i *M. sapphous* su koncentrisane u distalnom delu krila i utiču na širinu krila u ovom regionu. *Merodon ambiguus* ima kraća i šira krila u odnosu na ostale taksone, dok *M. austerus* ima generalno uža krila.



Slika 34. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila taksona iz *Merodon bessarabicus* podgrupe. Razlike u obliku krila između parova vrsta (uvećane tri puta).

4.1.3.2 Analiza oblika surstila genitalnog aparata mužjaka taksona *Merodon bessarabicus* podgrupe

DA je uspešno razdvojila taksone na osnovu oblika surstila (Tabela 31). Od ukupno 124 jedinke, dve su pogrešno klasifikovane (dve jedinke *M. sapphous* kao *M. ambiguus*). Kanonijska analiza je izdvojila tri visoko signifikantne kanonijske ose (Tabela 32).

Tabela 31. Statistička značajnost razlike u obliku surstila taksona iz *Merodon bessarabicus* podgrupe. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; df=38,83.

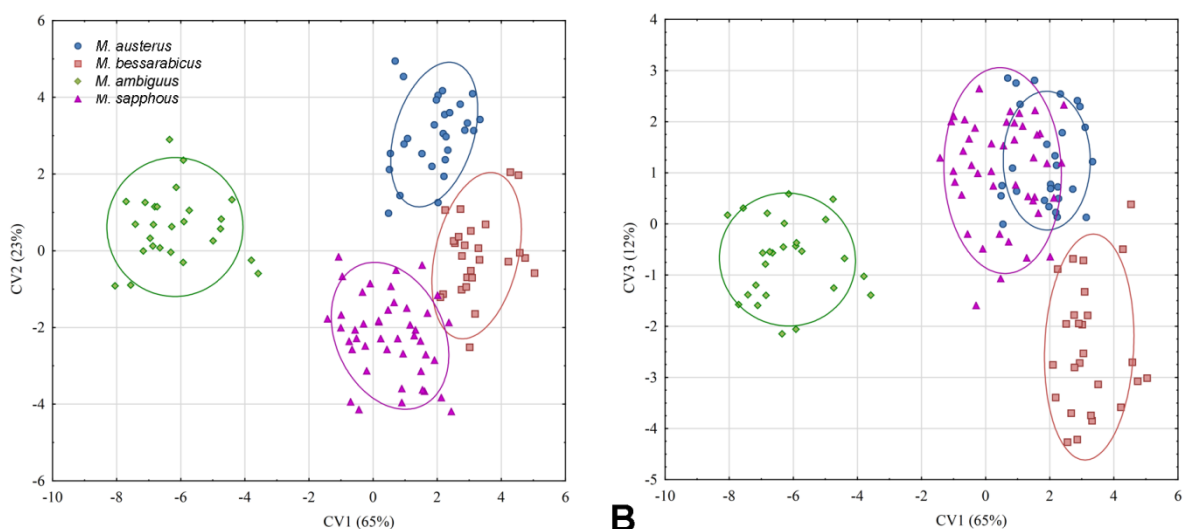
	<i>M. austerus</i>	<i>M. bessarabicus</i>	<i>M. ambiguus</i>	<i>M. sapphous</i>
<i>M. austerus</i>		16,68904	9,17930	7,01137
<i>M. bessarabicus</i>	0,000000		18,40193	21,79020
<i>M. ambiguus</i>	0,000000	0,000000		6,13450
<i>M. sapphous</i>	0,000000	0,000000	0,000000	

CV1 sa 65% od ukupne varijabilnosti odvaja *M. bessarabicus* od ostalih taksona iz *M. bessarabicus* podgrupe (Slika 35A). CV2 jasno odvaja *M. austerus* od *M. ambiguus*, dok CV3 odvaja *M. austerus* od *M. sapphous* (Slika 35B).

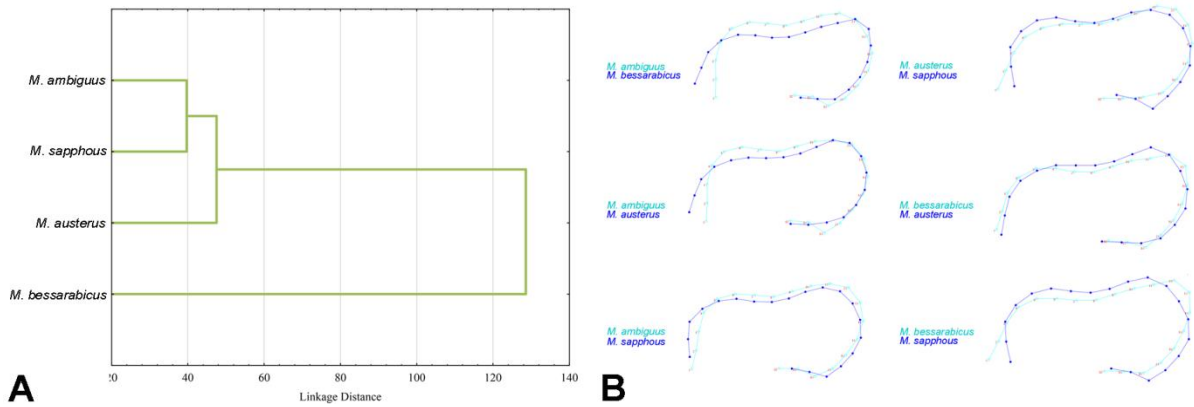
Tabela 32. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika surstila taksona iz *Merodon bessarabicus* podgrupe.

Kanonijska osa	Sopstvena vrednost	Koeficijent kanonijske korelacije	Wilks' Lambda	Hi-kvadrat	df	p	Varijabilnost %
CV1	11,4938	0,959146	0,005105	538,3043	114	0,000000	65
CV2	4,0314	0,895124	0,063784	280,7303	74	0,000000	23
CV3	2,116	0,824063	0,320920	115,9293	36	0,000000	12

Fenogram prikazuje sličnost oblika surstila kod taksona *M. ambiguus* i *M. sapphous* koji zajedno za *M. austerus* formiraju klaster (Slika 36A). Najrazličitiji oblik surstila ima takson *M. bessarabicus*. Najveće razlike u obliku surstila su koncentrisane u posteriornom delu posteriornog režnja surstila kod svih analiziranih taksona (Slika 36B).



Slika 35. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika surstila taksona iz *Merodon bessarabicus* podgrupe. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV3 osom.



A Slika 36. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika surstila taksona iz *Merodon bessarabicus* podgrupe. A) UPGMA fenogram konstruisan na osnovu kvadrata Mahalanobisovih distanci oslikava sličnost oblika surstila. B) Razlike u obliku surstila između parova vrsta (uvećane tri puta).

4.1.3.3 *Merodon ambiguus* kompleks

4.1.3.3.1 Analiza oblika krila *Merodon ambiguus* kompleksa

Geometrijskom morfometrijom analizirane su tri geografski izolovane populacije: dve populacije vrste *M. ambiguus* (Đerdap (Srbija) i Evros (Grčka)) i populacija vrste *M. ispartensis* iz Turske (Isparta). PCA je izdvojila 7 glavnih komponenti od kojih PC1, PC3 i PC4 opisuju razlike u obliku krila između populacija (Tabela 33).

Tabela 33. Rezultati analize glavnih komponenti i analize varijanse parametara oblika krila *Merodon ambiguus* kompleksa. Statistički značajne razlike su boldirane.

PC osa	PCA			ANOVA	
	Sopstvena	Varijabilnost	Kumulativna	F	p
PC1	2,89	16	16	9,081485	0,000347
PC2	2,13	12	28	0,863411	0,426729
PC3	2,01	11	39	5,327201	0,007329
PC4	1,67	9	48	3,902117	0,025340
PC5	1,51	8	56	0,639090	0,531213
PC6	1,23	7	63	1,287997	0,283099
PC7	1,17	6	69	0,805750	0,451375

Diskriminantna analiza je razdvojila evropske od turske populacije na osnovu oblika krila, dok između evropskih populacija nije uočena razlika (Tabela 34).

Tabela 34. Statistička značajnost razlike u obliku krila populacija *Merodon ambiguus* kompleksa. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; df=18,45.

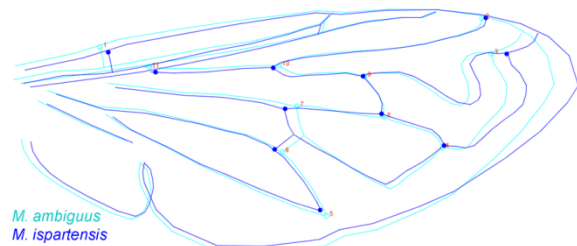
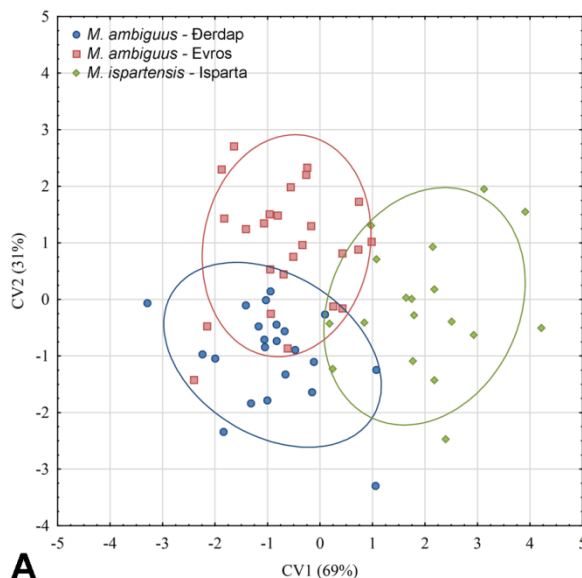
	<i>M. ambiguus</i> -Đerdap	<i>M. ambiguus</i> -Evros	<i>M. ambiguus</i> -Isparta
<i>M. ambiguus</i> -Đerdap		1,786802	3,640737
<i>M. ambiguus</i> -Evros	0,058344		3,399386
<i>M. ambiguus</i> -Isparta	0,000221	0,000443	

Ukupni procenat korektne klasifikacije jedinki u *a priori* definisane grupe iznosi 85%. Kanonijska analiza je izdvojila dve kanonijske ose koje opisuju varijabilnost oblika krila između analiziranih populacija (Tabela 35).

Tabela 35. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila taksona iz *Merodon ambiguus* kompleksa.

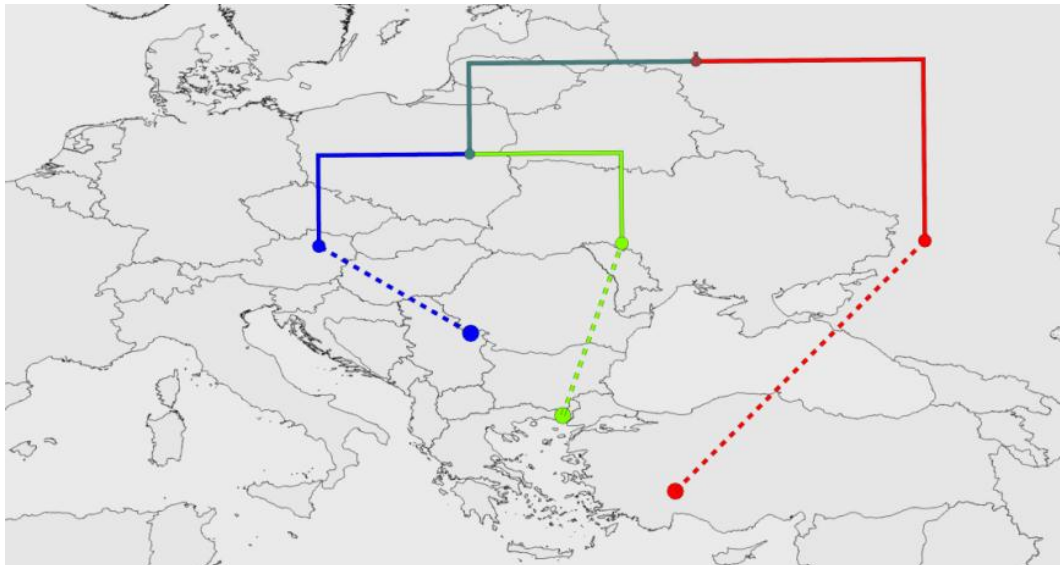
Kanonijska osa	Sopstvena vrednost	Koeficijent kanonijske korelacije	Wilks' Lambda	Hi-kvadrat	df	p	Varijabilnost %
CV1	1,605317	0,784965	0,224831	79,84365	36	0,000036	69
CV2	0,707192	0,643617	0,585757	28,61449	17	0,038251	31

CV1 opisuje najveći deo varijabilnosti i izdvaja Tursku populaciju od evropskih, dok CV2 opisuje varijabilnost između evropskih populacija (Slika 37A). Razlike u obliku krila između *M. ambiguus* i *M. isparatensis* se odlikuje pomeranjem tačaka 1, 3, 5-7, 10 i 11, što utiče na promene u širini i dužini krila (Slika 37B).



Slika 37. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika surstila vrsta *Merodon ambiguus* kompleksa. A) Položaj populacija u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Razlike u obliku krila između *M. ambiguus* Bradescu, 1986 i *M. isparatensis*, in lit. (uvećane tri puta).

Geo-fenogram jasno prikazuje izdvajanje turske vrste *M. ispartensis* od evropske *M. ambiguus* (Slika 38).



Slika 38. Prikaz distribucije i sličnosti oblika krila (UPGMA fenogram) populacija iz *Merodon ambiguus* kompleksa. ● *M. ambiguus* Bradescu, 1986 (Đerdap) ● *M. ambiguus* Bradescu, 1986 (Evros) ● *M. ispartensis*, in lit.

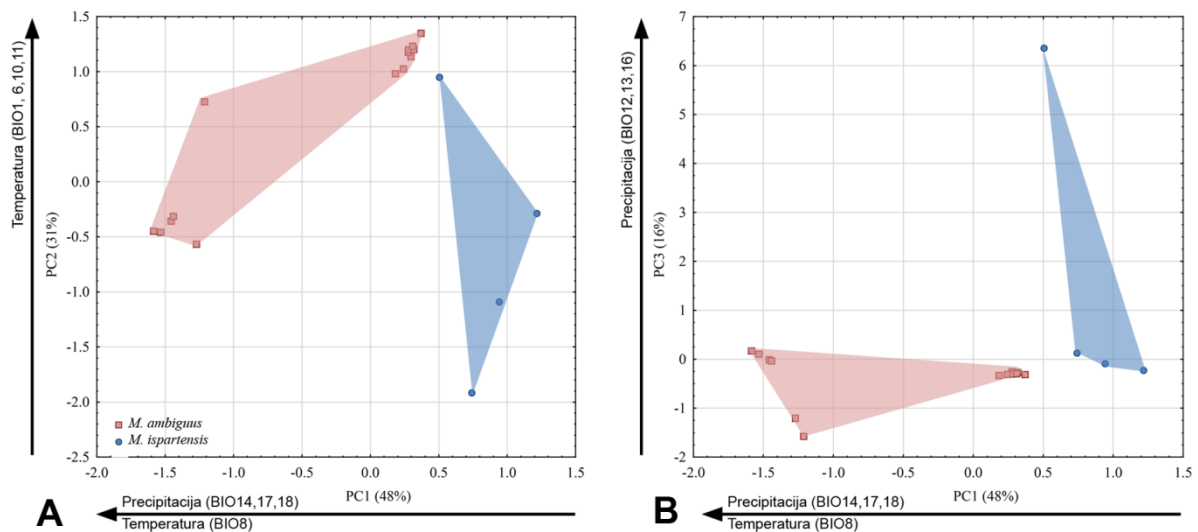
4.1.3.3.2 Analiza klimatskih profila vrsta *Merodon ambiguus* kompleksa

Iz uzorka od 133 jedinice sa 31 lokaliteta PCA je izdvojila tri PC ose koje opisuju varijabilnost klimatskih parametara između *M. ambiguus* i *M. ispartensis* (ANOVA, Tabela 36).

PC1 je negativno korelisana sa količinom padavina u najsuvljem i najtoplijem kvartalu i vrednostima temperature najvlažnijeg kvartala (Tabela 36). *Merodon ispartensis* ima usku ekološku valencu za faktore opisane sa PC1, na šta ukazuje i niska vrednost standardne devijacije za ovaj faktor (Tabela 37). PC2 je pozitivno korelisana sa minimalnom temperaturom najhladnijeg meseca, godišnjom temperaturom, kao i srednjom temperaturom najtoplijeg i najhladnijeg kvartala. Obe istraživane vrste imaju sličnu adaptabilnost na faktore korelisane PC2 osom (Tabela 37). Treća sredinska osa je pozitivno korelisana sa godišnjom količinom padavina i količinom padavina u najtoplijem kvartalu i mesecu. *Merodon ambiguus* ima usku ekološku valencu za sredinsku osu PC3, za razliku od *M. ispartensis* koji ima visoku vrednost standardne devijacije za PC3 faktor (Tabela 37). Prema položaju jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC osama *M. ispartensis* naseljava generalno suvlja staništa (Slika 39).

Tabela 36. Rezultati analize glavnih komponenti bioklimatskih i orografskih varijabli *Merodon ambiguus* kompleksa. Vrednost faktorskog opterećenja veća od $\pm 0,8$ i statistički značajne razlike su boldirane.

Varijable	Faktorsko opterećenje		
	PC1	PC2	PC3
alt	0,66	-0,74	0,07
BIO1	0,04	0,97	0,16
BIO2	0,83	-0,30	0,26
BIO3	0,93	0,01	0,19
BIO4	-0,65	-0,65	0,13
BIO5	0,28	0,85	0,30
BIO6	0,08	0,99	0,11
BIO7	0,29	-0,76	0,26
BIO8	-0,96	0,10	0,03
BIO9	0,89	0,42	0,05
BIO10	-0,02	0,94	0,21
BIO11	0,24	0,96	0,11
BIO12	-0,12	0,10	0,95
BIO13	0,14	0,15	0,98
BIO14	-0,97	-0,17	-0,08
BIO15	0,83	0,02	0,55
BIO16	0,24	0,09	0,96
BIO17	-0,98	0,05	-0,15
BIO18	-0,96	-0,22	-0,06
BIO19	0,64	0,13	0,74
Sopstvena vrednost	9,54	6,17	3,14
Varijabilnost %	48	31	16
Kumulativni %	48	79	95
ANOVA p	0,000000	0,000000	0,004630
ANOVA F	121,3593	95,36308	8,299124

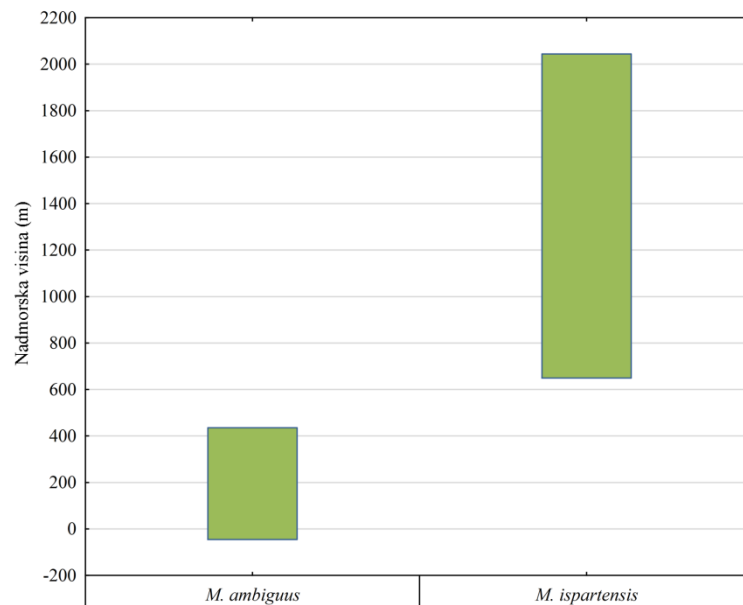


Slika 39. Analiza klimatskih parametara vrsta *Merodon ambiguus* kompleksa. A) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC1 i PC2 osom. B). Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC1 i PC3 osom.

Tabela 37. Vrednosti standardne devijacije aritmetičke sredine vrednosti faktora kao pokazatelj adaptabilnosti vrsta *Merodon ambiguus* kompleksa na faktore korelisane sa PC osama.

	PC1	PC2	PC3
<i>M. ambiguus</i>	0,879304	0,763310	0,304018
<i>M. ispartensis</i>	0,212220	0,767766	1,613082

Na osnovu informacija dobijenih sa poznatih tačaka distribucije, *M. ambiguus* nastanjuje niže nadmorske visine, do 500 m, dok *M. ispartensis* kao planinska vrsta nastanjuje nadmorske visine od 700 do 2.000 m (Slika 40).



Slika 40. Prikaz raspona nadmorskih visina na kojima se javljaju vrste *Merodon ambiguus* kompleksa.

4.1.3.3 Analiza uticaja geografske distribucije i klimatskih faktora na promene oblika krila i surstila vrsta iz *Merodon ambiguus* kompleksa

Rezultati Mantel testa nisu pokazali signifikantnu korelaciju između promene oblika krila, geografske udaljenosti ($r=0,71412$; $p=0,47810$) i klimatskih parametara ($r=0,39911$; $p=0,81370$).

4.1.3.4 *Merodon bessarabicus* kompleks

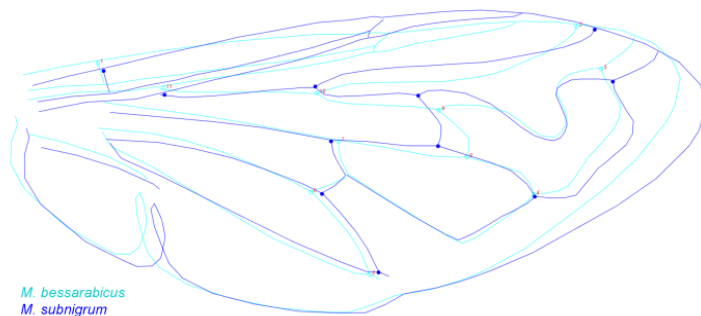
4.1.3.4.1 Analiza oblika krila *Merodon bessarabicus* kompleksa

Testirajući varijabilnost oblika krila između jedinki, bez saznanja o *a priori* definisanim grupama, PCA je izdvojila 8 glavnih komponenti. ANOVA je pokazala da PC1, PC3, PC5-7 opisuju varijabilnost oblika krila između vrsta (Tabela 38).

Tabela 38. Rezultati analize glavnih komponenti i analize varijanse parametara oblika krila *Merodon bessarabicus* kompleksa. Statistički značajne razlike su boldirane.

PC osa	PCA			ANOVA	
	Sopstvena vrednost	Varijabilnost %	Kumulativna varijabilnost %	F	p
PC1	3,72	21	21	19,91542	0,000020
PC2	2,33	13	34	0,466544	0,496044
PC3	1,89	10	44	13,96118	0,000300
PC4	1,74	10	54	1,520904	0,220160
PC5	1,56	9	63	9,529449	0,002570
PC6	1,46	8	71	10,70024	0,001438
PC7	1,18	7	78	4,100438	0,045339
PC8	1,01	6	84	1,816661	0,180532

Diskriminantna analiza je sa visokom značajnošću odvojila *M. bessarabicus* od *M. subnigrum* na osnovu varijabli oblika krila ($F_{18,91}=9,316520$; $p<0,00000$). Ukupno 94% jedinki je korektno klasifikovano u *a priori* definisane grupe (94% za *M. bessarabicus*; 95% za *M. subnigrum*). Kanonijska analiza je izdvojila jednu visoko signifikantnu osu koja opisuje razlike u obliku krila između *M. bessarabicus* i *M. subnigrum* (CV1: Wilks' Lambda=0,319319; $\chi^2=151,8283$; $p<0,00000$). Promene oblika krila između *M. bessarabicus* i *M. subnigrum* su vezane za centralni i distalni deo krila, što utiče na razliku u dužini i širini krila (Slika 41).



Slika 41. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila vrsta *Merodon bessarabicus* kompleksa. Razlike u obliku krila između vrsta (uvećane pet puta).

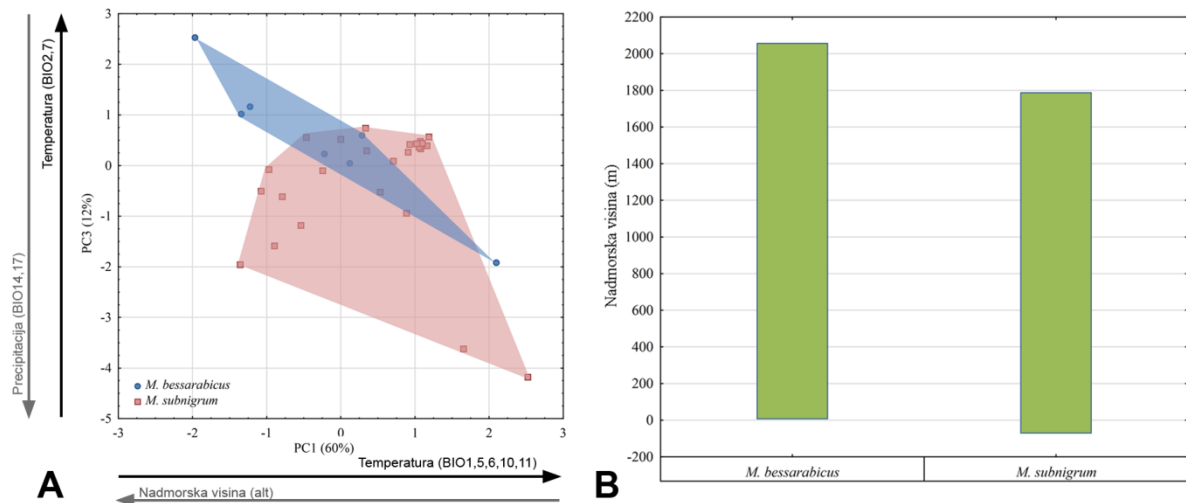
4.1.3.4.2 Analiza klimatskih profila vrsta *Merodon bessarabicus* kompleksa

Iz uzorka od 196 jedinki sa 39 lokaliteta PCA je izdvojila 3 ose sa sopstvenom vrednosti većom od jedan (Tabela 39). ANOVA je utvrdila da PC1 i PC3 ose opisuju klimatske razlike između vrsta (Tabela 39). PC1 je negativno korelisana sa nadmoskom visinom i pozitivno korelisana sa vrednostima temperature najhladnijeg i najtoplijeg kvartala. Osa PC3 je pozitivno korelisana sa fluktuacijama dnevne i godišnje temperature i negativno korelisana sa količinom padavina najsuvljeg kvartala i meseca.

Tabela 39. Rezultati analize glavnih komponenti bioklimatskih i orografskih varijabli *Merodon bessarabicus* kompleksa. Vrednost faktorskog opterećenja veća od $\pm 0,8$ i statistički značajne razlike su boldirane.

Varijable	Faktorsko opterećenje		
	PC1	PC2	PC3
alt	-0,98	0,12	-0,04
BIO1	0,93	0,06	0,33
BIO2	0,29	-0,10	0,87
BIO3	0,40	0,00	0,77
BIO4	-0,10	-0,45	0,72
BIO5	0,86	0,06	0,49
BIO6	0,96	0,15	0,22
BIO7	0,13	-0,21	0,92
BIO8	-0,18	-0,68	-0,63
BIO9	0,64	-0,06	0,68
BIO10	0,91	0,05	0,38
BIO11	0,95	0,13	0,28
BIO12	-0,31	0,62	-0,66
BIO13	0,03	0,96	-0,24
BIO14	-0,53	-0,06	-0,81
BIO15	0,47	0,43	0,71
BIO16	-0,07	0,95	-0,26
BIO17	-0,46	-0,02	-0,86
BIO18	-0,57	-0,13	-0,80
BIO19	0,25	0,91	0,27
Sopstvena vrednost	11,92	4,29	2,35
Varijabilnost %	60	21	12
Kumulativni %	60	81	93
ANOVA p	0,000001	0,584653	0,000000
ANOVA F	25,08397	0,299775	57,27046

Prema PCA plotu na kom je prikazan položaj vrsta u sredinskom prostoru osa PC1 i PC3, *M. bessarabicus* naseljava staništa sa manjom količinom padavina tokom najsuvljeg kvartala, sa većim dnevnim i godišnjim fluktuacijama temperature i većim rasponom nadmorskih visina (Slika 42A).



Slika 42. Analiza klimatskih i orografskih parametara vrsta *Merodon bessarabicus* kompleksa. A) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC1 i PC2 osom. B) Prikaz raspona nadmorskih visina.

Takođe, na osnovu vrednosti standardne devijacije, *M. bessarabicus* ima širu adaptibilnost na sve tri izdvojene ose (Tabela 40). Vrste iz *M. bessarabicus* kompleksa naseljavaju širok opseg nadmorske visine od 0 do 2.000 m (Slika 42B).

Tabela 40. Vrednosti standardne devijacije aritmetičke sredine vrednosti faktora kao pokazatelj adaptabilnosti vrsta *Merodon bessarabicus* kompleksa na faktore korelisane sa PC osama.

	PC1	PC2	PC3
<i>M. bessarabicus</i>	1,092597	1,198553	1,141807
<i>M. subnigrum</i>	0,919317	0,969310	0,835463

4.1.3.5 *Merodon luteomaculatus* kompleks

4.1.3.5.1 Analiza oblika krila *Merodon luteomaculatus* kompleksa

Iz uzorka 88 jedinki PCA je izdvojila sedam glavnih komponenti koje sa 69% opisuju varijabilnost oblika krila između taksona (ANOVA, Tabela 41).

Tabela 41. Rezultati analize glavnih komponenti i analize varijanse parametara oblika krila *Merodon luteomaculatus* kompleksa. Statistički značajne razlike su boldirane.

PC osa	PCA			ANOVA	
	Sopstvena vrednost	Varijabilnost %	Kumulativna varijabilnost %	F	p
PC1	3,32	18	18	6,774345	0,000073
PC2	2,84	16	34	6,391406	0,000129
PC3	2,42	13	47	2,988512	0,022437
PC4	1,56	9	56	10,98809	0,000000
PC5	1,28	7	63	2,406281	0,054534
PC6	1,19	7	70	2,702948	0,034732
PC7	1,02	6	76	18,53790	0,000000

Diskriminantna analiza je sa visokom značajnošću razdvojila sve taksone na osnovu oblika krila (Tabela 42). Ukupni procenat korektne klasifikacije jedinki u *a priori* definisane grupe iznosi 92%. Najveći procenat korektne klasifikacije je vezan za takson *M. androites* i iznosi 98%, zatim 96% za taksone *M. erymanthius* i *M. luteomaculatus*, dok su taksoni *M. austerus* i *M. peloponnesius* i klasifikovani sa 90%, odnosno 83% tačnosti.

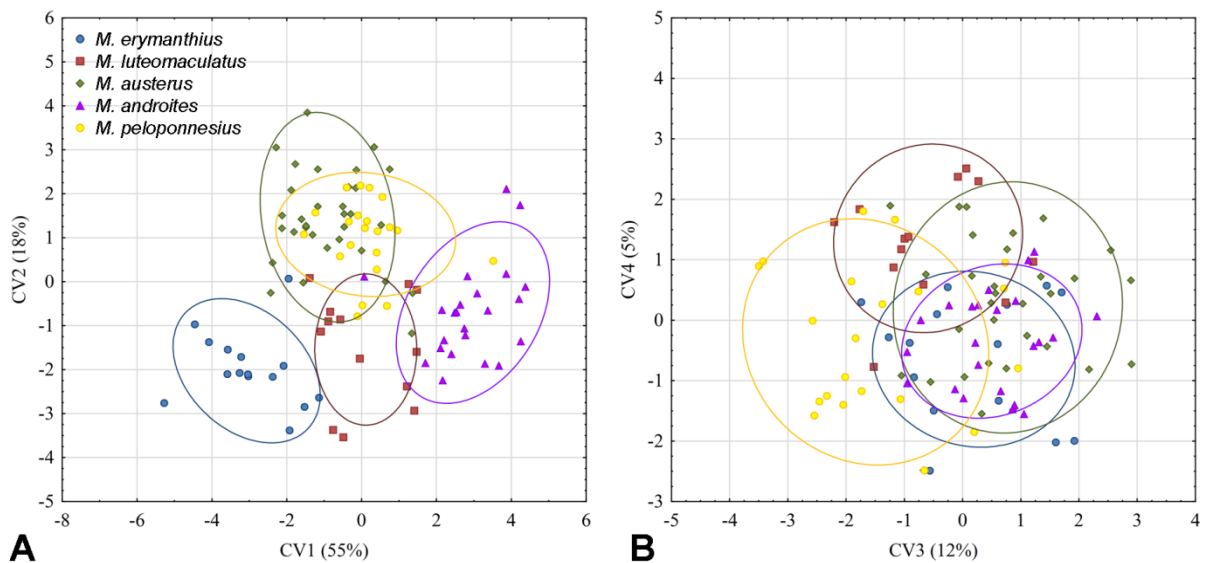
Tabela 42. Statistička značajnost razlike u obliku krila *Merodon luteomaculatus* kompleksa. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; df=18,172.

	<i>M. erymanthius</i>	<i>M. luteomaculatus</i>	<i>M. austerus</i>	<i>M. androites</i>	<i>M. peloponnesius</i>
<i>M. erymanthius</i>		9,99914	17,32239	33,58952	18,53367
<i>M. luteomaculatus</i>	0,000000		11,85567	10,55957	8,16285
<i>M. austerus</i>	0,000000	0,000000		26,24429	8,51220
<i>M. androites</i>	0,000000	0,000000	0,000000		16,24587
<i>M. peloponnesius</i>	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	

Kanonijska analiza je izdvojila četiri ose koje sa visokom značajnošću opisuju razlike u obliku krila između analiziranih taksona (Tabela 43). CV1 sa 55% od ukupne varijabilnosti krila jasno razdvaja dva endemska taksona *M. erymanthius* i *M. androites*, i ukazuje na odvajanje *M. androites* od ostalih taksona (Slika 43A). CV2 sa 18% varijabilnosti oslikava odvajanje *M. austerus* i *M. peloponnesius* od *M. erymanthius*, *M. androites* i *M. luteomaculatus* (Slika 43A), dok CV3 opisuje razlike između *M. peloponnesius* i *M. luteomaculatus* od ostalih taksona (Slika 43B). Sa svega 5% varijabilnosti CV4 opisuje razlike između *M. luteomaculatus* sa jedne strane i *M. erymanthius* i *M. androites* sa druge strane (Slika 43B).

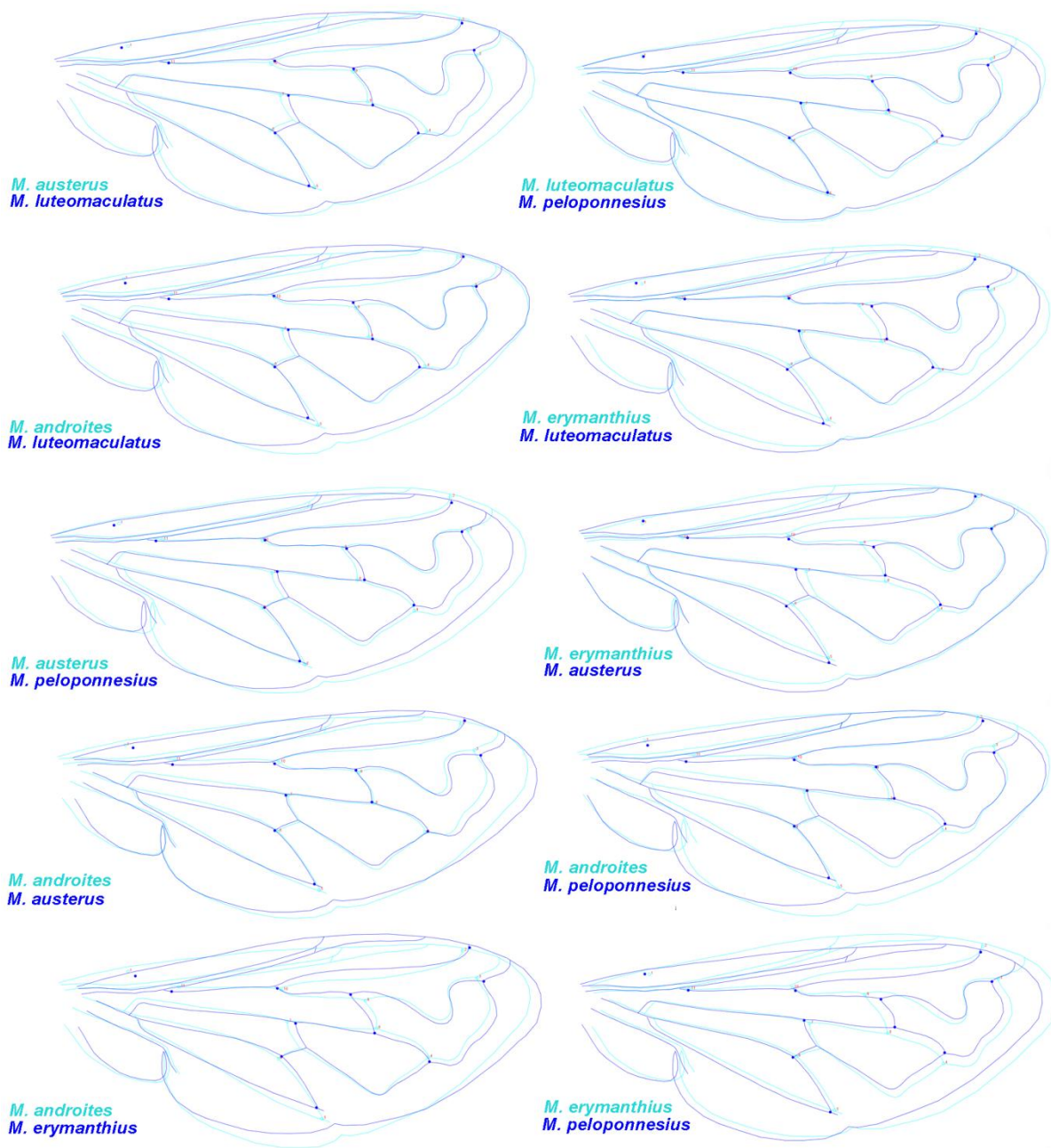
Tabela 43. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila *Merodon luteomaculatus* kompleksa.

Kanonijska osa	Sopstvena vrednost	Koeficijent kanonijske korelacije	Wilks' Lambda	Hi-kvadrat	df	p	Varijabilnost %
CV1	3,77135	0,889053	0,02834	646,7962	72	0,000000	55
CV2	1,944423	0,812635	0,13520	363,1789	51	0,000000	18
CV3	0,83178	0,673856	0,39809	167,1747	32	0,000000	12
CV4	0,37134	0,520369	0,72922	57,3150	15	0,000001	5



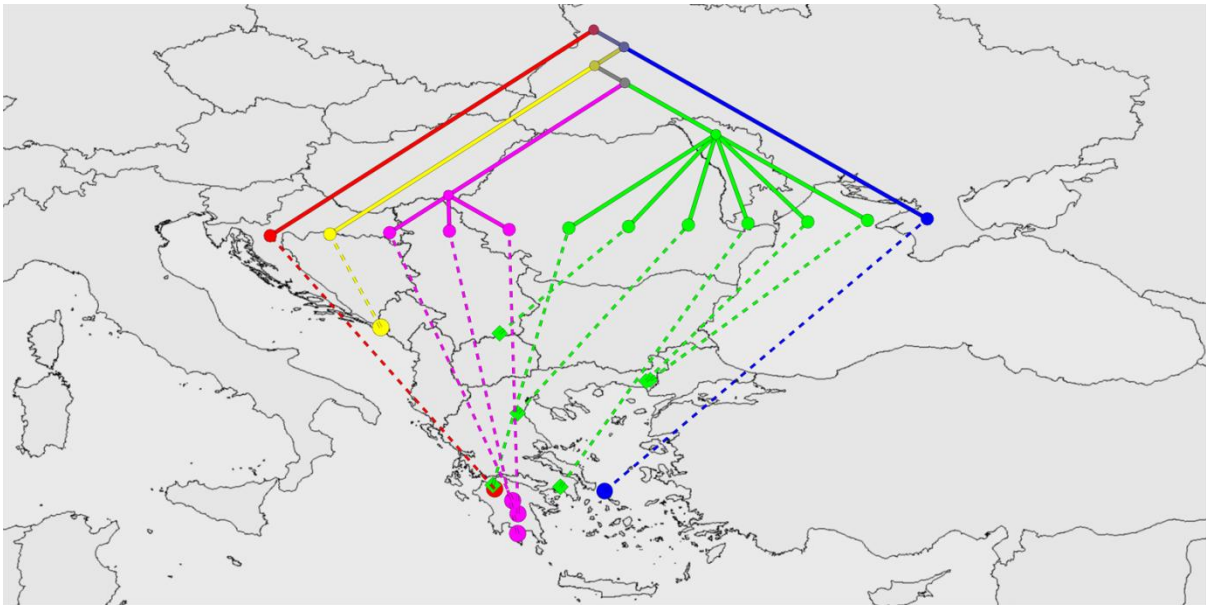
Slika 43. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila vrsta *Merodon luteomaculatus* kompleksa. A) Položaj vrsta u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Položaj vrsta u prostoru definisanom CV3 i CV4 osom.

Razlike u obliku krila između pojedinačnih taksona su prikazane na slici 44. *Merodon erymanthius* se izdvaja po širini krila, i najjasnije se razlikuje od *M. androites* i *M. peloponnesius*. Diskretne razlike u distalnom delu krila su prisutne kod parova *M. austerus* - *M. peloponnesius*, *M. austerus* - *M. androites*, *M. peloponnesius* - *M. androites*, *M. erymanthius* - *M. luteomaculatus*, *M. austerus* - *M. luteomaculatus* i *M. peloponnesius* - *M. luteomaculatus*. Razlike u obliku krila između *M. erymanthius* - *M. austerus* i *M. androites* - *M. luteomaculatus* se manifestuju u centralnom delu krila.



Slika 44. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila vrsta *Merodon luteomaculatus* kompleksa. Dijagrami koji opisuju razlike u obliku krila između parova vrsta (uvećane tri puta).

Geo-fenogram konstruisan na osnovu sume kvadrata Mahalanobisovih distanci prikazuje najveću sličnost oblika krila između *M. austerus* i *M. peloponnesius* koji zajedno sa *M. luteomaculatus* formiraju klaster, dok se *M. androites* i *M. erymanthius* jasno odvajaju na osnovu oblika krila (Slika 45).



Slika 45. Prikaz distribucije i sličnosti oblika krila (UPGMA fenogram) taksona iz *Merodon luteomaculatus* kompleksa. ● *M. luteomaculatus* Vujić, Ačanski et Šašić, in lit. ● *M. austerus* Vujić et Radenković, in lit. ● *M. peloponnesius* Vujić, Radenković, Ačanski et Šašić, in lit. ● *M. erymanthius* Vujić, Ačanski et Šašić, in lit. ● *M. androites* Vujić, Radenković et Šašić, in lit.

4.1.3.5.2 Analiza oblika surstila genitalnog aparata mužjaka *Merodon luteomaculatus* kompleksa

Analizom oblika desnog posteriornog loba surstila, DA je razdvojila taksone sa visokom značajnošću (Tabela 44). Sve jedinke su sa 100% tačnosti klasifikovane u *a priori* definisane grupe. Kanonijska analiza je izdvojila četiri ose, koje sa visokom značajnošću opisuju razlike oblika surstila istraživanih taksona (Tabela 45).

Tabela 44. Statistička značajnost razlike u obliku surstila *Merodon luteomaculatus* kompleksa. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; df=38,118.

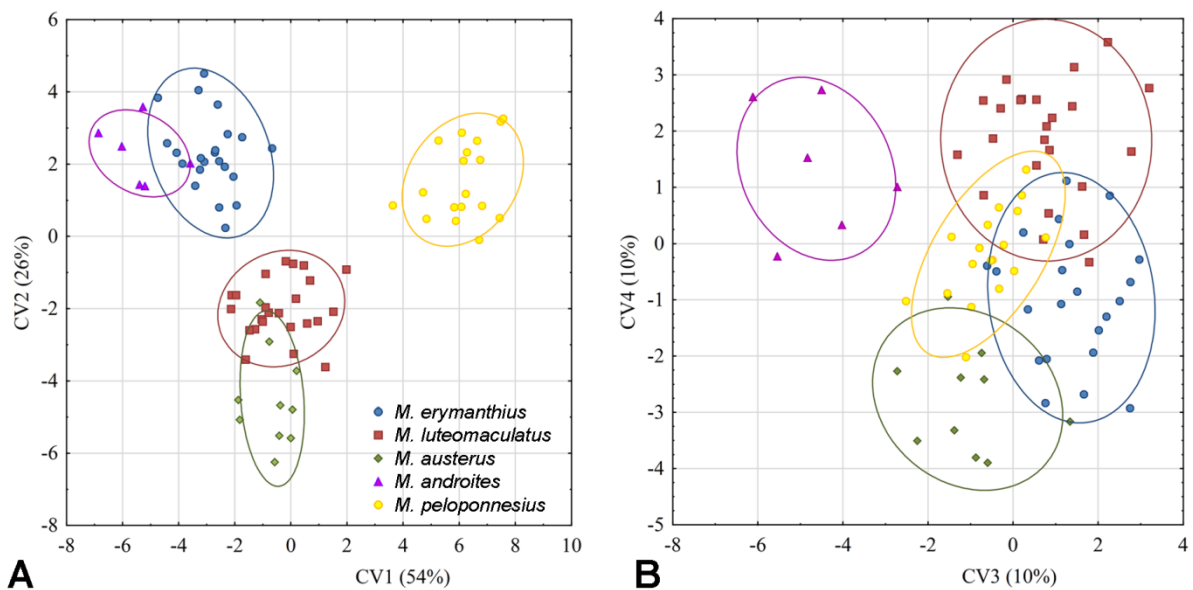
	<i>M. erymanthius</i>	<i>M. luteomaculatus</i>	<i>M. austerus</i>	<i>M. androites</i>	<i>M. peloponnesius</i>
<i>M. erymanthius</i>		23,12373	8,75005	14,69613	16,58569
<i>M. luteomaculatus</i>	0,000000		24,96386	27,38963	34,02109
<i>M. austerus</i>	0,000000	0,000000		14,11739	15,21580
<i>M. androites</i>	0,000000	0,000000	0,000000		8,99057
<i>M. peloponnesius</i>	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	

Najveći deo varijabilnosti oblika surstila (54%) je vezan za prvu kanonijsku osu koja jasno odvaja *M. luteomaculatus* od ostalih taksona (Slika 46A). CV2 sa 26% jasno razdvaja *M. erymanthius* i *M. austerus* od *M. androites*, *M. peloponnesius* i *M. luteomaculatus* (Slika 46A).

CV3 opisuje razlike između *M. androites*, dok CV4 jasno razdvaja *M. austerus* od *M. erymanthius* (Slika 46B).

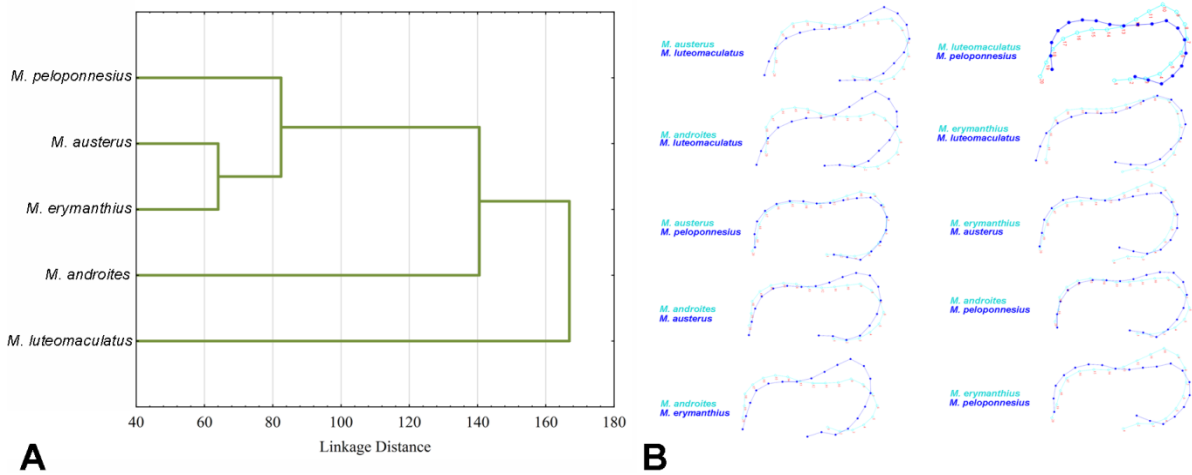
Tabela 45. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika surstila *Merodon luteomaculatus* kompleksa.

Kanonijska osa	Sopstvena vrednost	Koeficijent kanonijske korelacije	Wilks' Lambda	Hi-kvadrat	df	p	Varijabilnost %
CV1	13,39194	0,964633	0,000764	986,7902	152	0,000000	54
CV2	6,32941	0,929281	0,010999	620,1233	111	0,000000	26
CV3	2,60220	0,849936	0,080613	346,2376	72	0,000000	10
CV4	2,44370	0,842387	0,290385	170,0254	35	0,000001	10



Slika 46. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika surstila vrsta *Merodon luteomaculatus* kompleksa. A) Položaj vrsta u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Položaj vrsta u prostoru definisanom CV3 i CV4 osom.

Taksoni *M. austerus* i *M. erymanthius* imaju najbližnji oblik surstila i zajedno sa *M. peloponnesius* formiraju jedan klaster, dok se *M. androites* i *M. luteomaculatus* jasno izdvajaju u odnosu na ostale taksoni (Slika 47A). Na dijagramu deformacija gde su razlike između surstila uvećane tri puta, po razlici u obliku se izdvajaju parovi taksona *M. androites* - *M. erymanthius* i *M. androites* - *M. luteomaculatus* (Slika 47B). Kod svih parova taksona razlike su najizraženije u posteriornom delu surstila.



Slika 47. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika surstila *Merodon luteomaculatus* kompleksa. A) UPGMA fenogram konstruisan na osnovu kvadrata Mahalanobisovih distanci oslikava sličnost oblika surstila. B) Razlike u obliku surstila između parova vrsta (uvećane tri puta).

4.1.3.5.3 Analiza klimatskih profila vrsta *Merodon luteomaculatus* kompleksa

PCA je na osnovu 19 bioklimatskih varijabli i nadmorske visine iz uzorka od 181 jedinke, šest vrsta sa područja Balkanskog poluostrva izdvojila tri ose, koje opisuju 92% klimatske varijabilnosti (Tabela 46). ANOVA je utvrdila da sve tri izdvojene ose opisuju varijabilnost klimatskih parametara između vrsta (Tabela 46). Prema Fiser LSD post hoc testu, svi parovi vrsta se razlikuju u makar jednoj sredinskoj osi. PC1 razdvaja sve parove osim *M. androites* - *M. naxius*, *M. androites* - *M. peloponnesius* i *M. peloponnesius* - *M. naxius*. Vrste *M. naxius* - *M. androites*, *M. naxius* - *M. austerus*, *M. austerus* - *M. androites* i *M. peloponnesius* - *M. luteomaculatus* dele iste klimatske parameter korelisane sa PC2 osom, dok PC3 odvaja se vrste osim para *M. erymanthius* - *M. austerus*.

PC1 je negativno korelisana sa varijablama vezanim za vrednosti temperature i pozitivno korelisana sa količinom padavina u najsuvljem i natopljenem kvartalu. PC2 je pozitivno korelisana sa količinom padavina najvlažnijeg i najhladnijeg kvartala, dok je PC3 negativno korelisana sa varijablama koje opisuju temperaturne fluktuacije u toku dana i godine (Tabela 46).

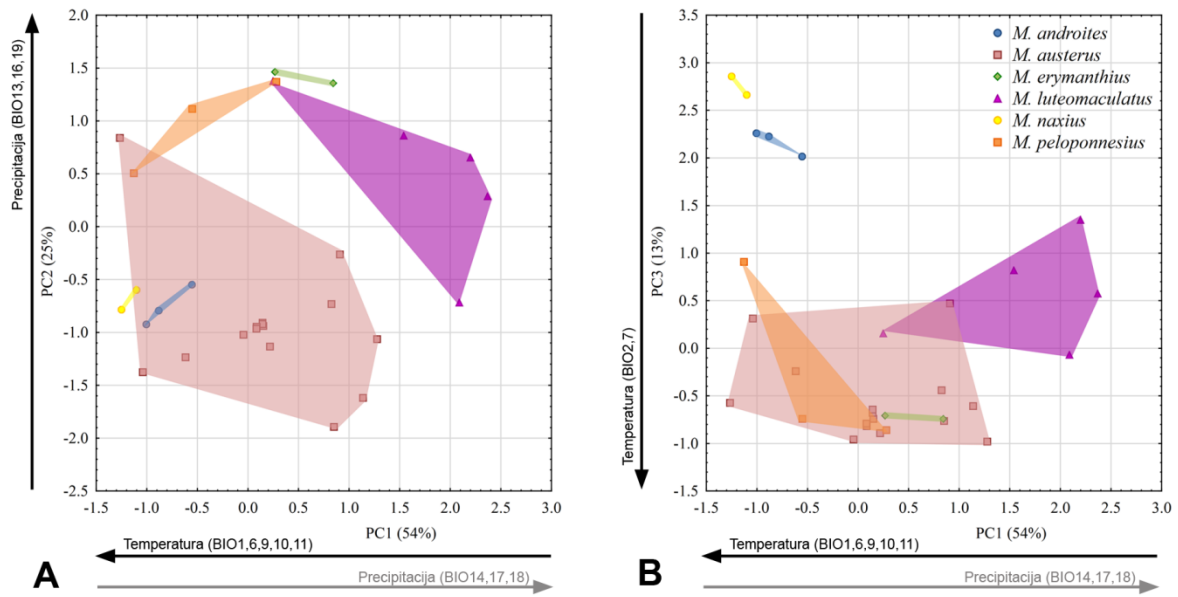
Tabela 46. Rezultati analize glavnih komponenti bioklimatskih i orografskih varijabli *Merodon luteomaculatus* kompleksa. Vrednost faktorskog opterećenja veća od $\pm 0,8$ i statistički značajne razlike su boldirane.

Varijable	Faktorsko opterećenje		
	PC1	PC2	PC3
alt	0,65	0,61	0,11
BIO1	-0,94	-0,26	0,13
BIO2	0,04	0,01	-0,99
BIO3	-0,38	0,57	-0,68
BIO4	0,47	-0,62	-0,61
BIO5	-0,77	-0,43	-0,43
BIO6	-0,91	-0,03	0,41
BIO7	0,32	-0,37	-0,87
BIO8	-0,70	-0,08	0,30
BIO9	-0,89	-0,41	-0,02
BIO10	-0,86	-0,46	-0,06
BIO11	-0,95	-0,04	0,27
BIO12	0,62	0,73	0,07
BIO13	0,17	0,97	0,09
BIO14	0,93	0,14	0,11
BIO15	-0,87	0,32	0,29
BIO16	0,15	0,97	0,09
BIO17	0,94	0,10	0,05
BIO18	0,94	0,08	0,06
BIO19	0,21	0,96	-0,06
Sopstvena vrednost	10,89	5,02	2,63
Varijabilnost %	54	25	13
Kumulativni %	54	79	92
ANOVA p	0,000000	0,000000	0,000000
ANOVA F	69,35635	56,40997	226,8309

PC1 ukazuje na različiti klimatski profil vrste sa najsevernijom distribucijom *M. luteomaculatus* i oslikava njenu preferenciju ka staništima sa nižom godišnjom temperaturom i većom količinom padavina tokom najsvuļljeg i najtoplijeg kvartala (Slika 48A). PC2 osa odvaja vrste sa Peloponeza, dok PC3 razdvaja ostrvske taksone *M. androites* i *M. naxius* i oslikava njihovu preferenciju ka staništima sa manjim temperaturnim fluktuacijama tokom dana i godine (Slika 48B).

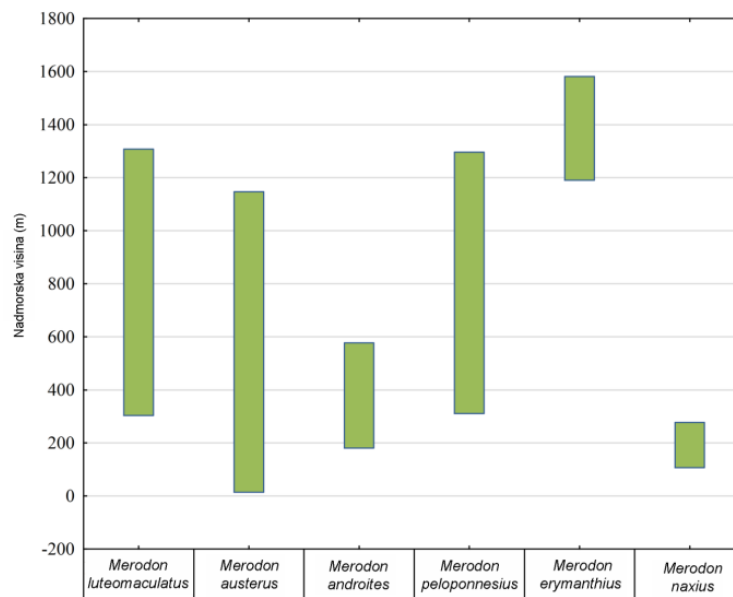
 Tabela 47. Vrednosti standardne devijacije aritmetičke sredine vrednosti faktora kao pokazatelj adaptabilnosti vrsta *Merodon luteomaculatus* kompleksa na faktore korelisane sa PC osama.

	<i>M. austerus</i>	<i>M. luteomaculatus</i>	<i>M. peloponnesius</i>	<i>M. erymanthius</i>	<i>M. androites</i>	<i>M. naxius</i>
PC1	0,735733	0,484819	0,434182	0,117427	0,170629	0,086044
PC2	0,826085	0,367395	0,317545	0,021724	0,134219	0,106191
PC3	0,280430	0,421410	0,759117	0,006900	0,102422	0,113227



Slika 48. Analiza klimatskih parametara vrsta *Merodon luteomaculatus* kompleksa. A) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC1 i PC2 osom. B) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC1 i PC3 osom.

Prema vrednostima standardne devijacije, vrsta *M. austerus* ima najširu adaptabilnost za faktore korelisane osama PC1 i PC2, i uzanu adaptabilnost na temperaturne fluktuacije, za razliku od *M. peloponnesius* koja najbolje podnosi temperaturne fluktuacije. Ostrvske vrste *M. androites* i *M. naxius* kao i endemska vrsta *M. erymanthius* imaju veoma usku adaptibilnost na sve tri ose (Tabela 47). Generalno posmatrano, sve vrste iz *M. luteomaculatus* kompleksa su stenovalentne za većinu izdvojenih klimatskih faktora.



Slika 49. Prikaz raspona nadmorskih visina na kojima su zabeležene vrste *Merodon luteomaculatus* kompleksa.

Opseg nadmorskih visina za vrste iz ovog kompleksa iznosi od 0 do 1.600 m. Vrste sa širom geografskom distribucijom imaju i širi opseg nadmorskih visina, za razliku od endemskih vrsta *M. androites*, *M. naxius* i *M. erymanthius* (Slika 49).

4.1.3.5.4 Analiza uticaja geografske distribucije i klimatskih faktora na promene oblika krila i surstila vrsta iz *Merodon luteomaculatus* kompleksa

Razlike u obliku krila između analiziranih vrsta nisu uslovljene geografskom distribucijom (Mantel test: $r=-0,21712$, $p=0,74480$), za razliku od surstila gde rezultati Mantel testa ukazuju na povezanost promena oblika surstila između vrsta i njihove geografske distribucije ($r=0,80559$; $p=0,02290$). Klimatski parametri na staništima koje vrste naseljavaju nemaju uticaj na razlike u obliku analiziranih morfoloških struktura između vrsta (Mantel test; krila: $r=0,45029$, $p=0,29540$; surstil: $r=0,63691$; $p=0,07650$).

4.1.3.6 *Merodon sapphous* kompleks

4.1.3.6.1 Analiza oblika krila *Merodon sapphous* kompleksa

U uzorku od 87 jedinki bez *a priori* definisanih grupa, PCA je izdvojila šest glavnih komponenti koje sa 66% varijabilnosti opisuju razlike u obliku krila između taksona (ANOVA, Tabela 48).

Tabela 48. Rezultati analize glavnih komponenti i analize varijanse parametara oblika krila *Merodon sapphous* kompleksa. Statistički značajne razlike su boldirane.

PC osa	PCA			ANOVA	
	Sopstvena vrednost	Varijabilnost %	Kumulativna varijabilnost %	F	p
PC1	3,52	20	20	6,286934	0,002680
PC2	2,32	13	33	3,394422	0,037472
PC3	1,98	11	44	4,624078	0,012003
PC4	1,65	9	53	5,335406	0,006286
PC5	1,32	7	60	29,01425	0,000000
PC6	1,01	6	66	5,275515	0,006635

Diskriminantna analiza je sa visokom značajnošću razdvojila vrste na osnovu oblika krila (Tabela 49). Ukupni procenat korektne klasifikacije jedinki u *a priori* definisane grupe iznosi 88%. Ostrvski takson *M. cyprensis* sa 96% ima najveći procenat korektne klasifikacije (jedna jedinka je klasifikovana kao *M. sapphous*). Procenti korektne klasifikacije za vrste *M. sapphous* i *M. bozdagensis* iznose 86%, odnosno 85%.

Tabela 49. Statistička značajnost razlike u obliku krila *Merodon sapphous* kompleksa. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; df=18,83.

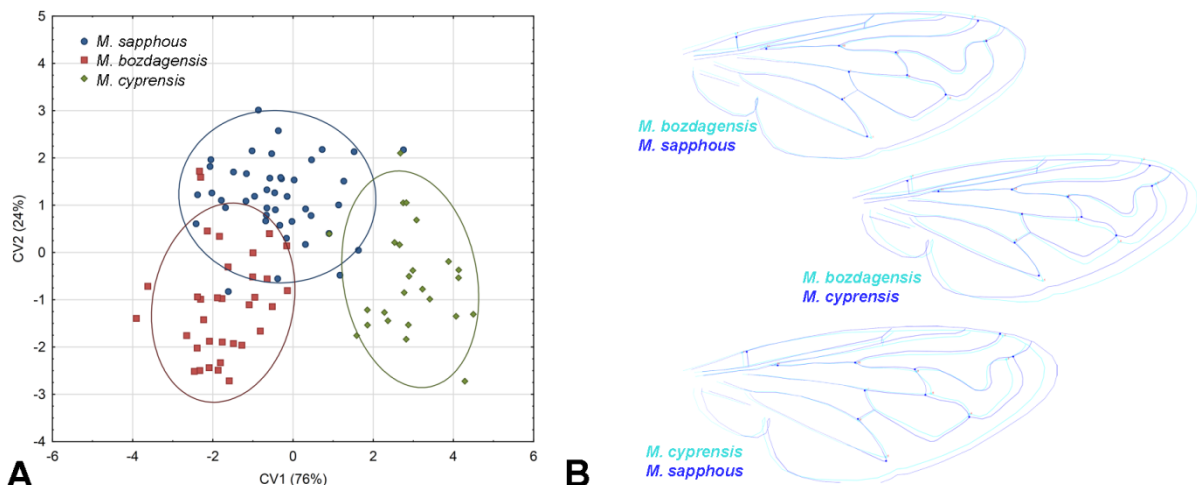
	<i>M. sapphous</i>	<i>M. bozdagensis</i>	<i>M. cyprensis</i>
<i>M. sapphous</i>		5,99921	10,47982
<i>M. bozdagensis</i>	0,000000		14,94432
<i>M. cyprensis</i>	0,000000	0,000000	

Kanonijska analiza je izdvojila dve kanonijske ose koje sa visokom značajnošću opisuju razlike oblika krila istraživanih taksona (Tabela 50).

Tabela 50. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila *Merodon sapphous* kompleksa.

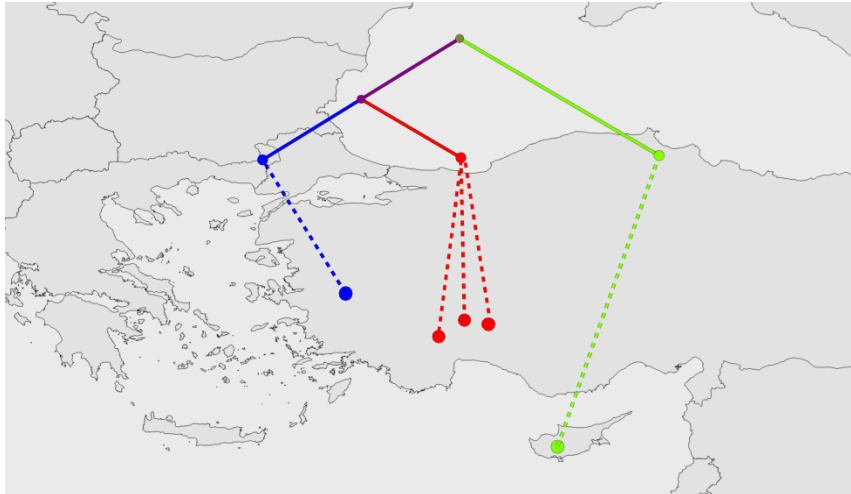
Kanonijska osa	Sopstvena vrednost	Koeficijent kanonijske korelacije	Wilks' Lambda	Hi-kvadrat	df	p	Varijabilnost %
CV1	3,317247	0,876568	0,112125	200,2146	36	0,000000	76
CV2	1,065806	0,718281	0,484073	66,3851	17	0,000000	24

CV1 sa 76% od ukupne varijabilnosti oblika krila jasno odvađa *M. cyprensis* od *M. bozdagensis*, dok CV2 sa 24% varijabilnosti delimično odvađa *M. sapphous* od druga dva taksona (Slika 50A).



Slika 50. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila vrsta *Merodon sapphous* kompleksa. A) Položaj vrsta u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Dijagrami koji opisuju razlike u obliku krila između parova vrsta (uvećane tri puta).

Razlike u obliku krila se odnose prvenstveno na promene u apikalnom delu krila što utiče na promene dužine i širine ovog dela. Najmanje razlike su primetne kod para vrsta *M. sapphous* - *M. bozdagensis*, dok su najveće promene prisutne između *M. bozdagensis* i *M. cyprensis* (Slika 50B). Takođe, geo-fenogram prikazuje grupisanje turskih vrsta u jedan klaster i jasno odavajanje ostrvske vrste sa Kipra (Slika 51).



Slika 51. Prikaz distribucije i sličnosti oblika krila (UPGMA fenogram) taksona iz *Merodon sapphous* kompleksa: ● *M. bozdagensis*, in litt. ● *M. sapphous* Vujić, Pérez-Bañon et Radenković, 2007 ● *M. cyprensis*, in litt.

4.1.3.6.2 Analiza oblika surstila genitalnog aparata mužjaka *Merodon sapphous* kompleksa

Diskriminantna analiza je uspešno radvojila *M. bozdagensis*, *M. sapphous* i *M. cyprensis* na osnovu oblika surstila (Tabela 51). Sve jedinke su tačno klasifikovane u *a priori* definisane grupe.

Tabela 51. Statistička značajnost razlike u obliku surstila *Merodon sapphous* kompleksa. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; df=38,120.

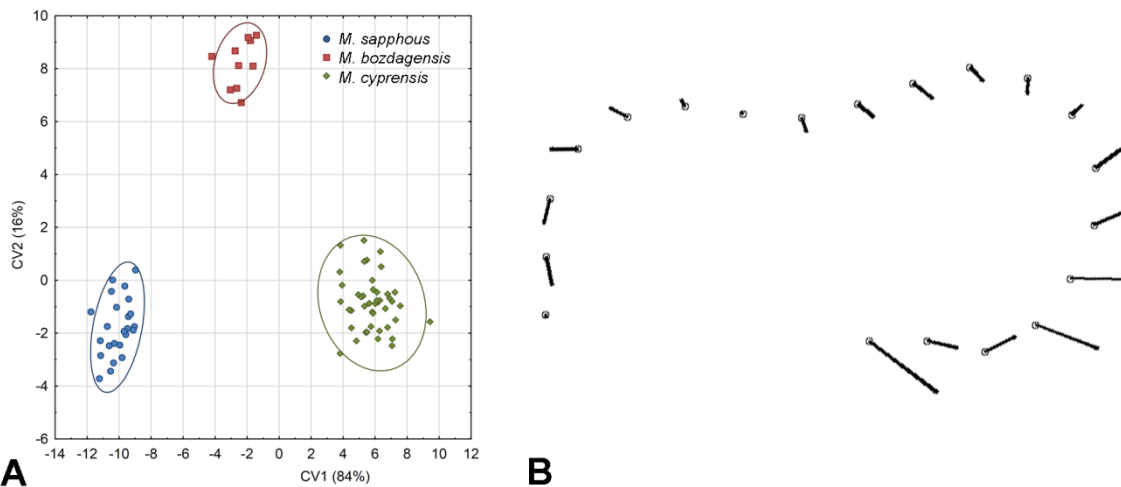
	<i>M. sapphous</i>	<i>M. bozdagensis</i>	<i>M. cyprensis</i>
<i>M. sapphous</i>		44,97328	161,0136
<i>M. bozdagensis</i>	0,000000		49,6566
<i>M. cyprensis</i>	0,000000	0,000000	

Kanonijska analiza je izdvojila dve visoko značajne ose (Tabela 52). CV1 sa 84% od ukupne varijabilnosti odvaja *M. cyprensis* od anadoljskih taksona, dok CV2 sa 16% varijabilnosti odvaja *M. bozdagensis* (Slika 52A).

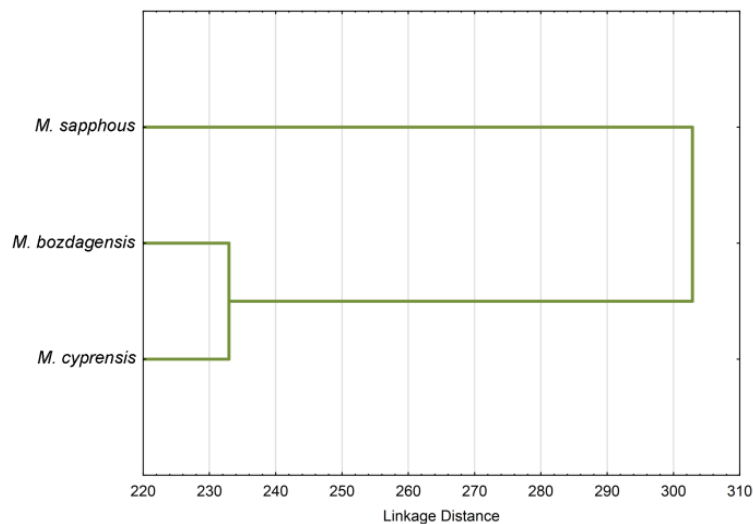
Tabela 52. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika surstila *Merodon sapphous* kompleksa.

Kanonijska osa	Sopstvena vrednost	Koeficijent kanonijske korelacije	Wilks' Lambda	Hi-kvadrat	df	p	Varijabilnost %
CV1	51,68873	0,990465	0,001728	880,9934	76	0,00	84
CV2	9,98534	0,953399	0,091030	331,9238	37	0,00	16

Za razliku od oblika krila, *M. bozdagensis* i *M. cyprensis* imaju sličniji oblik surstila (Slika 53). Ukupne razlike u obliku surstila između vrsta su koncentrisane u posteriornom delu posteriornog reznja surstila (Slika 52B).



Slika 52. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika surstila vrsta *Merodon sapphous* kompleksa. A) Položaj vrsta u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Dijagrami koji opisuju razlike u obliku surstila između parova vrsta (uvećane tri puta).



Slika 53. UPGMA fenogram konstruisan na osnovu kvadrata Mahalanobisovih distanci oslikava sličnost oblika surstila vrsta *Merodon sapphous* kompleksa.

4.1.3.6.3 Analiza klimatskih profila vrsta *Merodon sapphous* kompleksa

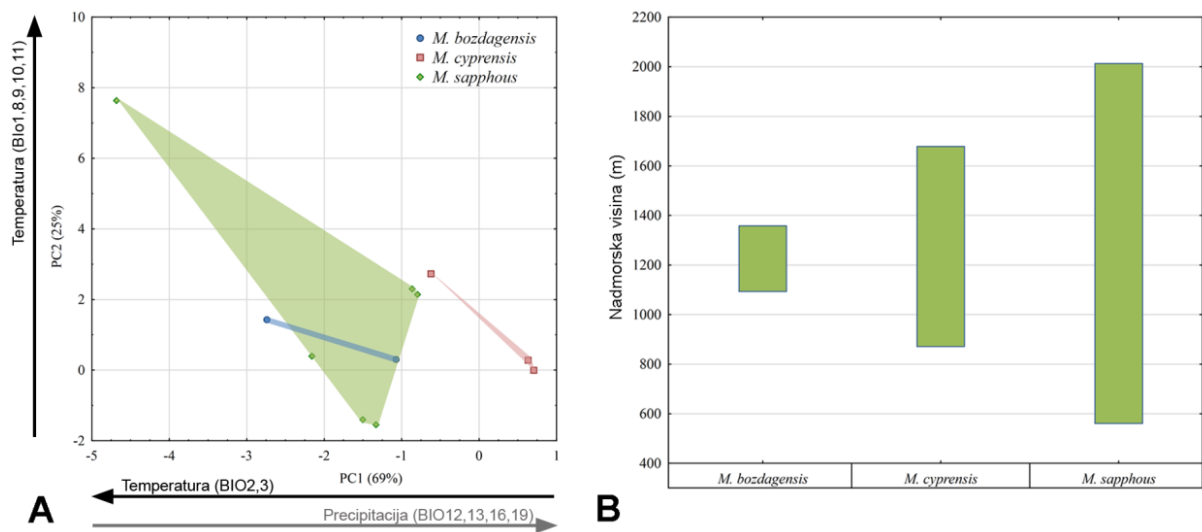
Iz uzorka od 252 jedinice PCA je izdvojila dve ose koje opisuju klimatsku varijabilnost između vrsta (ANOVA, Tabela 53). Fisher LSD test je pokazao da PC1 razdvaja sve parove vrsta, dok PC2 ukazuje na klimatske razlike između *M. bozdagensis* i *M. sapphous*. PC1 je negativno korelisana sa temperaturnim fluktuacijama tokom dana i godine i pozitivno korelisana sa količinom padavina tokom godine i najvlažnijeg i najhladnijeg kvartala. Sredinska PC2 osa je pozitivno korelisana sa varijablama godišnjim vrednostima temperature (Tabela 53).

Tabela 53. Rezultati analize glavnih komponenti bioklimatskih i orografskih varijabli *Merodon sapphous* kompleksa. Vrednost faktorskog opterećenja veća od ± 0.9 i statistički značajne razlike su boldirane.

Varijable	Faktorsko opterećenje	
	PC1	PC2
alt	0,13	-0,89
BIO1	0,30	0,95
BIO2	-0,95	-0,09
BIO3	-0,93	0,17
BIO4	-0,60	-0,71
BIO5	-0,38	0,89
BIO6	0,52	0,85
BIO7	-0,87	-0,41
BIO8	0,35	0,94
BIO9	0,20	0,97
BIO10	0,21	0,97
BIO11	0,37	0,93
BIO12	0,94	0,03
BIO13	0,94	0,21
BIO14	-0,75	-0,63
BIO15	0,87	0,46
BIO16	0,96	0,17
BIO17	-0,79	-0,49
BIO18	-0,72	-0,68
BIO19	0,96	0,16
Sopstvena vrednost	13,74	5,01
Varijabilnost %	69	25
Kumulativni %	69	94
ANOVA p	0,000000	0,032718
ANOVA F	1164,039	3,467233

Prema PC1, *M. cyprensis* naseljava staništa sa manjim temperaturnim fluktuacijama i većom količinom padavina tokom godine. *Merodon sapphous* ima najširu ekološku nišu vezanu za faktore korelisane sa PC1 i PC2 (Slika 54A). Dodatno, ova vrsta ima najveći raspon

nadmorske visine, od 500 do 2.000 m, za razliku od vrste *M. bozdagensis* čija distribucija je ograničena na staništa Bozdag planine (Slika 54B).



Slika 54. Analiza klimatskih parametara vrsta *Merodon sapphous* kompleksa. A) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC1 i PC2 osom. B) Prikaz raspona nadmorskih visina vrsta.

Vrednost standardne devijacije za svaku od PC osa ukazuju da su *M. bozdagensis* i *M. cyprensis* stenovalentni za faktore korelisane PC1 i PC2 osom, dok je *M. sapphous* eurivalentan u odnosu na faktore korelisane sa PC2 osom (Tabela 54).

Tabela 54. Vrednosti standardne devijacije aritmetičke sredine vrednosti faktora kao pokazatelj adaptabilnosti vrsta *Merodon sapphous* kompleksa na faktore korelisane sa PC osama.

	PC1	PC2
<i>M. bozdagensis</i>	0,33385	0,22479
<i>M. cyprensis</i>	0,14566	0,30076
<i>M. sapphous</i>	0,54468	1,93396

4.1.3.6.4 Analiza uticaja geografske distribucije i klimatskih faktora na promene oblika krila i surstila vrsta iz *Merodon sapphous* kompleksa

Kada je u pitanju geografski položaj vrsta, nije utvrđena signifikantna korelacija između fenotipske varijabilnosti krila i ($r=0,98026$; $p=0,15410$) surstila i geografske udaljenosti vrsta ($r=-0,35608$; $p=0,70450$). Za oba fenotipska karaktera nije utvrđena statistički značajna korelacija sa klimatskim profilima vrsta (krila: $r=0,76352$; $p=0,67480$; surstil: $r=0,56567$; $p=0,62400$).

4.1.4 MERODON DOBROGENSIS PODGRUPA

4.1.4.1 Analiza oblika krila taksona *Merodon dobrogensis* podgrupe

Analizirana je varijabilnost oblika krila između vrsta *M. dobrogensis*, *M. puniceus* i *M. rojoi*. PCA je iz uzorka od 62 jedinke, bez saznanja o *a priori* dodeljenim grupama, izdvojila sedam glavnih komponenti od kojih tri sa visokom značajnošću opisuju razlike između analiziranih taksona (ANOVA, Tabela 55).

Tabela 55. Rezultati analize glavnih komponenti i analize varijanse parametara oblika krila *Merodon dobrogensis* podgrupe. Statistički značajne razlike su boldirane.

PC osa	PCA			ANOVA	
	Sopstvena vrednost	Varijabilnost %	Kumulativna varijabilnost %	F	p
PC1	3,43	19	19	1,421531	0,249488
PC2	2,74	15	34	0,729364	0,486512
PC3	2,08	12	46	17,45641	0,000001
PC4	1,86	10	56	26,83739	0,000000
PC5	1,38	8	64	0,021109	0,979120
PC6	1,14	6	70	1,894277	0,159463
PC7	1,01	6	76	8,401685	0,000616

Diskriminantna analiza je sa visokom značajnošću razdvojila *M. dobrogensis*, *M. puniceus* i *M. rojoi* na osnovu oblika krila (Tabela 56). Sve jedinke vrsta *M. dobrogensis*, *M. puniceus* su korektno klasifikovane u *a priori* definisane grupe, a svega jedna jedinka *M. rojoi* je klasifikovana kao *M. puniceus* (98%).

Tabela 56. Statistička značajnost razlike u obliku krila *Merodon dobrogensis* podgrupe. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; df=18,42.

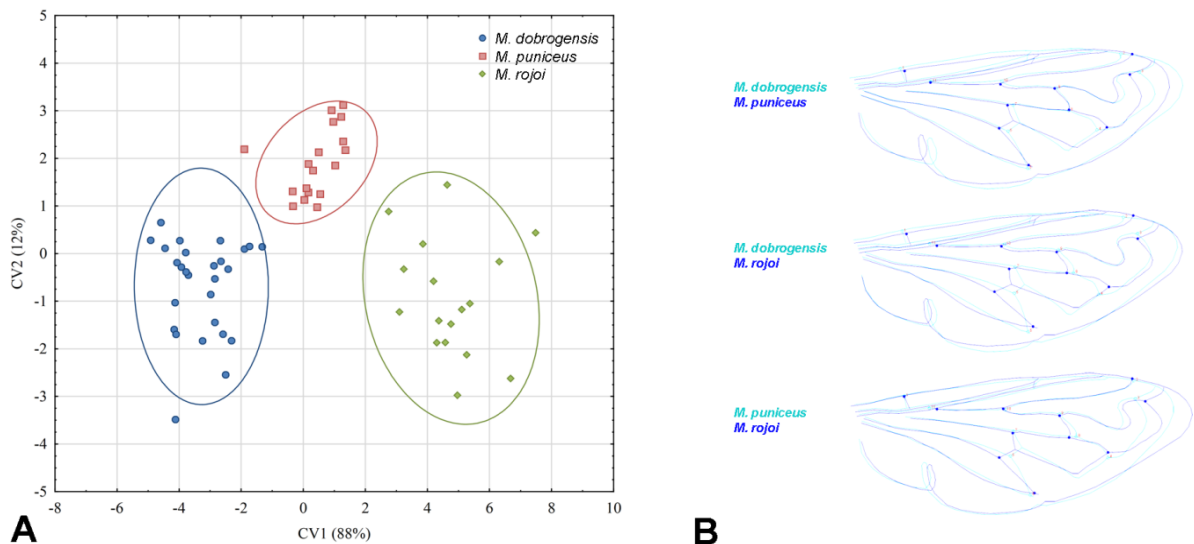
	<i>M. dobrogensis</i>	<i>M. puniceus</i>	<i>M. rojoi</i>
<i>M. dobrogensis</i>		8,778864	26,74067
<i>M. puniceus</i>	0,000000		9,30769
<i>M. rojoi</i>	0,000000	0,000000	

Kanonijska analiza je izdvojila dve visoko signifikantne CV ose (Tabela 57). CV1 nosi najveći deo varijabilnosti (88%) i naglašava razlike između *M. dobrogensis* i *M. rojoi*. CV2 sa 12% varijabilnosti ukazuje na odvajanje *M. puniceus* od druge dve vrste (Slika 55A).

Tabela 57. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila *Merodon dobrogensis* podgrupe.

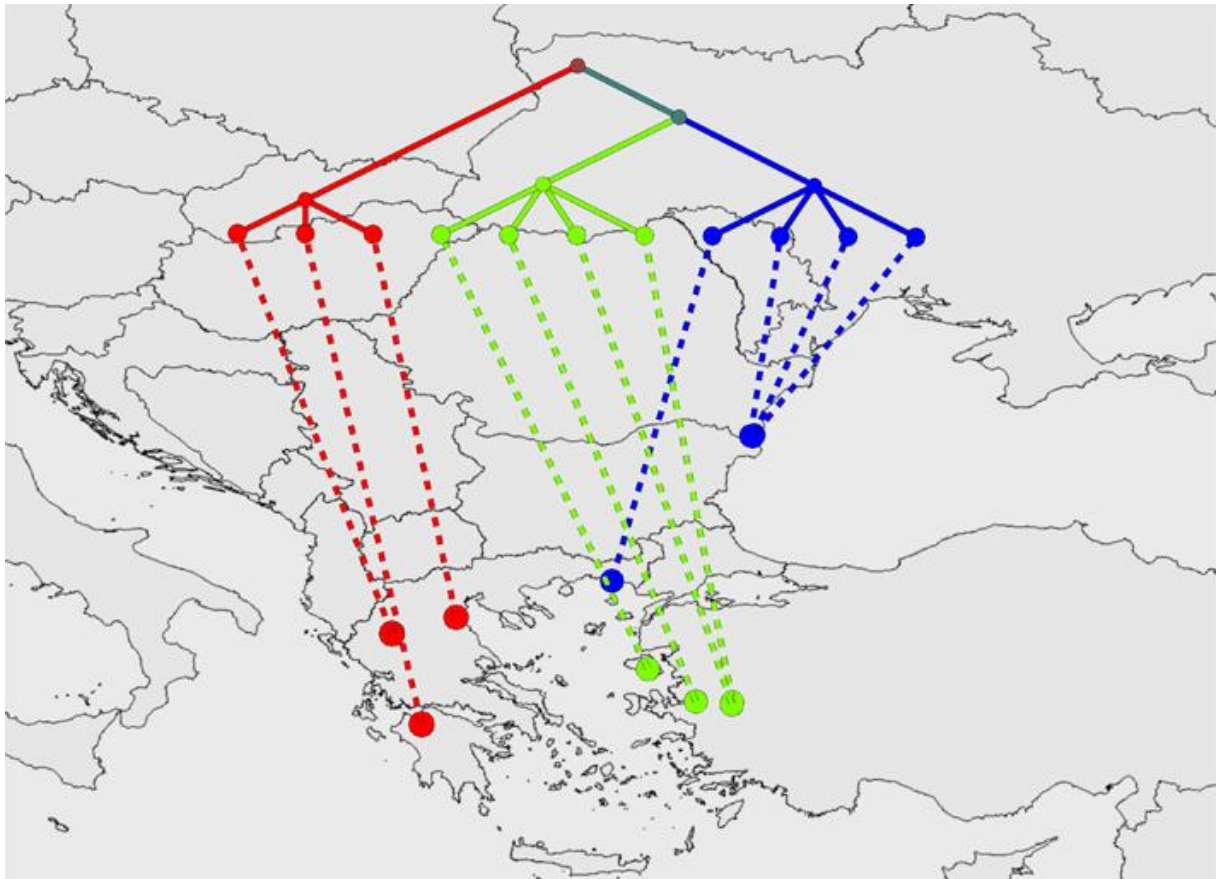
Kanonijska osa	Sopstvena vrednost	Koeficijent kanonijske korelacije	Wilks' Lambda	Hi-kvadrat	df	p	Varijabilnost %
CV1	11,52813	0,959260	0,030847	175,6746	36	0,000000	88
CV2	1,58759	0,783288	0,386460	48,0118	17	0,000086	12

Krila vrste *M. dobrogensis* su u odnosu na krila *M. puniceus* šira u centralnom delu i uža u distalnom delu (Slika 55B). Razlike između para vrsta *M. dobrogensis* i *M. rojoi* su najizraženije u centralnom delu krila, dok *M. rojoi* ima duža krila od *M. puniceus* (Slika 55B).



Slika 55. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila vrsta *Merodon dobrogensis* podgrupe. A) Položaj vrsta u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Dijagrami koji opisuju razlike u obliku krila između parova vrsta (uvećane pet puta).

Geo-fenogram konstruisan na osnovu sume kvadrata Mahalanobisovih distanci prikazuje najveću sličnost oblika krila geografski bližih taksona *M. dobrogensis* i *M. puniceus*, što je u skladu sa njihovom pripadnošću *M. dobrogensis* kompleksu (Slika 56).



Slika 56. Prikaz distribucije i sličnosti oblika krila (UPGMA fenogram) taksona iz *Merodon dobrogensis* podgrupe: ● *M. dobrogensis* Bradescu, 1982 ● *M. puniceus* Vujić, Radenković et Pérez-Bañón, 2011 ● *M. rojoi*, in litt.

4.1.4.2 Analiza klimatskih profila vrsta *Merodon dobrogensis* podgrupe

Analizirajući varijabilnost klimatskih parametara jedinki iz *M. dobrogensis* podgrupe, PCA je izdvojila tri ose, od kojih prve dve opisuju varijabilnost između vrsta (ANOVA, Tabela 58). Fisher LSD test je pokazao da se parovi vrsta *M. dobrogensis* - *M. rojoi* i *M. dobrogensis* - *M. puniceus* razlikuju u klimatskim faktorima korelisanim sa PC1, dok se po PC2 osi razlikuju *M. dobrogensis* i *M. puniceus*. Razlika između sredinskih faktora vrsta *M. rojoi* i *M. puniceus* nije utvrđena ni u jednoj izdvojenoj osi.

PC1 je negativno korelisan sa nadmorskom visinom, oscilacijom temperature tokom godine i količinom padavina tokom godine i najvlažnijeg i najhladnijeg kvartala. PC2 je pozitivno korelisan sa temperaturnim varijablama i opisuje gradijent temperature tokom godine (Tabela 58). Prema odnosu PC1 i PC2 ose, *M. dobrogensis* naseljava staništa na nižoj nadmorskoj visini i manjim temperaturnim oscilacijama, dok *M. puniceus* naseljava nešto toplija i vlažnija staništa, sa većim dnevnim i godišnjim oscilacijama temperature.

Tabela 58. Rezultati analize glavnih komponenti bioklimatskih i orografskih varijabli *Merodon dobrogensis* podgrupe. Vrednost faktorskog opterećenja veća od $\pm 0,8$ i statistički značajne razlike su boldirane.

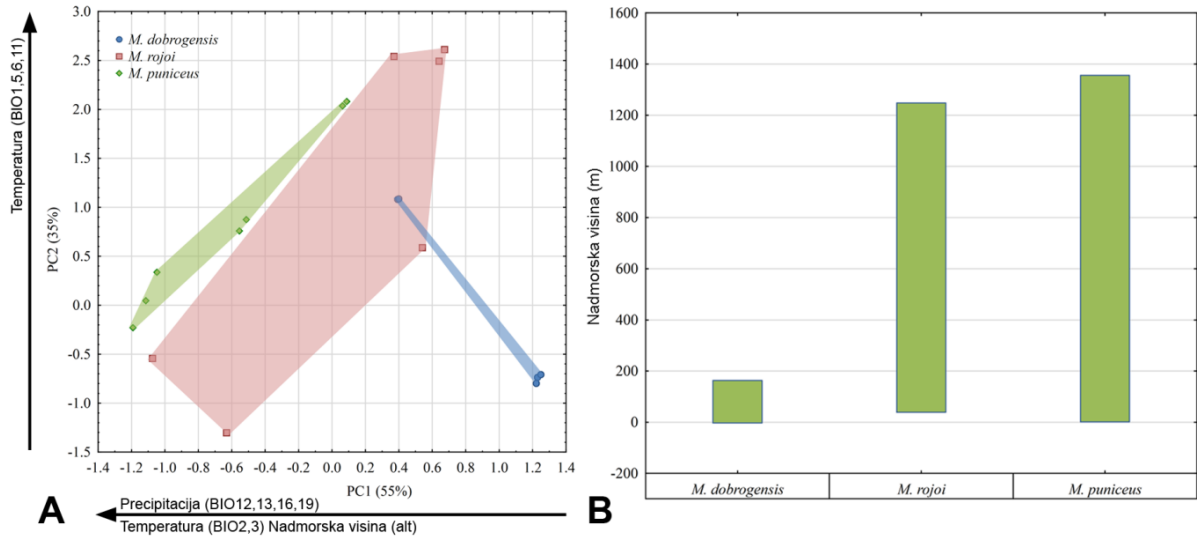
Varijable	Faktorsko opterećenje		
	PC1	PC2	PC3
alt	-0,95	-0,26	-0,09
BIO1	0,39	0,90	0,17
BIO2	-0,88	0,12	-0,43
BIO3	-0,96	0,20	-0,12
BIO4	0,80	-0,31	-0,44
BIO5	0,06	0,97	-0,21
BIO6	0,06	0,92	0,37
BIO7	-0,01	-0,23	-0,97
BIO8	0,84	0,36	0,30
BIO9	-0,67	0,71	-0,09
BIO10	0,59	0,81	0,02
BIO11	0,05	0,95	0,30
BIO12	-0,97	-0,21	0,05
BIO13	-0,99	0,03	0,08
BIO14	0,60	-0,79	-0,02
BIO15	-0,84	0,50	0,14
BIO16	-1,00	0,01	0,08
BIO17	0,56	-0,78	-0,12
BIO18	0,63	-0,75	-0,14
BIO19	-0,99	0,03	0,06
Sopstvena vrednost	10,93	7,08	1,53
Varijabilnost %	55	35	8
Kumulativni %	55	90	98
ANOVA p	0,000000	0,049583	0,271213
ANOVA F	98,95973	3,138789	1,329841

Od svih analiziranih vrsta, *M. rojoi* ima najširu ekološku nišu za obe PC ose (Slika 57A), što je potvrđeno i vrednostima standardne devijacije (Tabela 59). Iako nije utvrđena statistički značajna razlika u ekološkim potrebama *M. rojoi* i *M. puniceus*, sredinske niše ove dve vrste se ne preklapaju u sredinskom prostoru opisanom PC1 i PC2 osom (Slika 58A).

Tabela 59. Vrednosti standardne devijacije aritmetičke sredine vrednosti faktora kao pokazatelj adaptabilnosti vrsta *Merodon dobrogensis* podgrupe na faktore korelisane sa PC osama.

	PC1	PC2	PC3
<i>M. dobrogensis</i>	0,38312	0,86009	0,54785
<i>M. rojoi</i>	0,67393	1,18859	0,84967
<i>M. puniceus</i>	0,45094	0,77377	1,674

Na osnovu poznatih tačaka distribucije vrste *M. rojoi* i *M. puniceus* naseljavaju širok opseg nadmorskih visina (0 - 1.400 m), za razliku od *M. dobrogensis*, čija staništa su vezana za nizije u crnomorskom regionu Rumunije i egejskim obalama severoistočne Grčke (Slika 57B).



Slika 57. Analiza klimatskih parametara vrsta *Merodon dobrogensis* podgrupe. A) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC1 i PC2 osom. B) Prikaz raspona nadmorskih visina vrsta.

4.1.4.3 Analiza uticaja geografske distribucije i klimatskih faktora na promene oblika krila vrsta iz *Merodon dobrogensis* podgrupe

Kod vrsta iz *M. dobrogensis* podgrupe rezultati Mantel testa ukazuju na nepostojanje fenotipskih razlika u obliku krila kao posledice geografske udaljenosti ($r=0,34381$; $p=0,70400$) i klimatskih parametara na staništima vrsta ($r=0,29484$; $p=0,84890$).

4.1.5 MERODON CHALYBEUS PODGRUPA

4.1.5.1 Analiza oblika krila taksona *Merodon chalybeus* podgrupe

Analizirano je 83 jedinki sa područja mediterana, tri taksona iz *M. chalybeus* kompleksa (*M. chalybeus* sa Iberijskog poluostrva i Maroka, *M. paulum* sa Sicilije i *M. minutus* iz Grčke) i morfološki srodan takson sa ostrva Samos, označen kao *M. robustus*. Analizirajući fenotipsku varijabilnost oblika krila u celom uzorku, bez *a priori* utvrđenih grupa, PCA je izdvojila šest osa koje opisuju 67% ukupne varijabilnosti krila. ANOVA je utvrdila da svih šest glavnih komponenti (PC) opisuju razliku u obliku krila između analiziranih taksona (Tabela 60).

Tabela 60. Rezultati analize glavnih komponenti i analize varijanse parametara oblika krila *Merodon chalybeus* podgrupe. Statistički značajne razlike su boldirane.

PC osa	PCA			ANOVA	
	Sopstvena vrednost	Varijabilnost %	Kumulativna varijabilnost %	F	p
PC1	2,77	16	16	29,90325	0,000000
PC2	2,41	14	30	3,489544	0,019507
PC3	2,02	12	42	8,006570	0,000100
PC4	1,71	10	52	11,97890	0,000002
PC5	1,35	8	60	5,065652	0,002925
PC6	1,16	7	67	8,756778	0,000044

Diskriminantna analiza je sa visokom značajnošću razdvojila četiri taksona sa visokom značajnošću na osnovu oblika krila (Tabela 61). Ukupni procenat korektne klasifikacije iznosi 96%, od 83 svega tri jedinke su pogrešno klasifikovane. Sve jedinke *M. robustus* i *M. minutus* su korektno klasifikovane u *a priori* definisane grupe. Jedna jedinka *M. chalybeus* je klasifikovana kao *M. paulum*, dok su dve jedinke *M. paulum* klasifikovane kao *M. chalybeus*.

Tabela 61. Statistička značajnost razlike u obliku krila populacija *Merodon chalybeus* podgrupe. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; df=18,62.

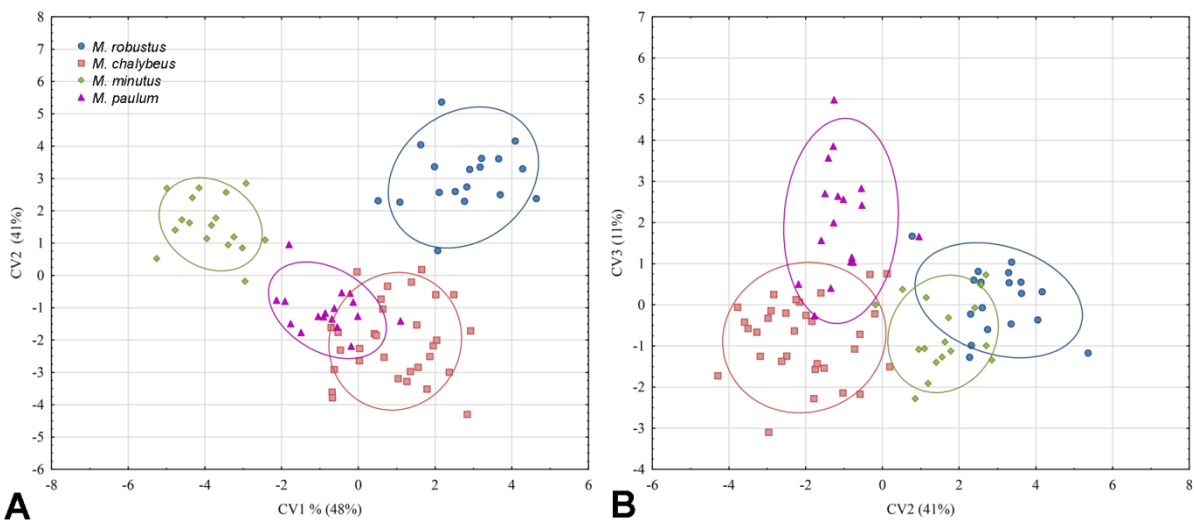
	<i>M. robustus</i>	<i>M. chalybeus</i>	<i>M. minutus</i>	<i>M. paulum</i>
<i>M. robustus</i>		14,72929	17,59989	12,64506
<i>M. chalybeus</i>	0,000000		17,35061	5,782663
<i>M. minutus</i>	0,000000	0,000000		8,845681
<i>M. paulum</i>	0,000000	0,000000	0,000000	

Kanonijska analiza je izdvojila tri CV ose koje opisuju razlike u obliku krila (Tabela 62). CV1 sa 48% od ukupne varijabilnosti jasno razdvaja *M. minutus* od *M. robustus* i opisuje razlike između *M. paulum* i *M. chalybeus* (Slika 58A). Druga kanonijska osa jasno razdvaja *M.*

chalybeus i *M. paulum* sa jedne strane i *M. minutus* i *M. robustus* sa druge strane sa 41% od ukupne varijabilnosti krila. CV3 sa 11% varijabilnosti razdvaja *M. paulum* od ostalih vrsta (Slika 58B).

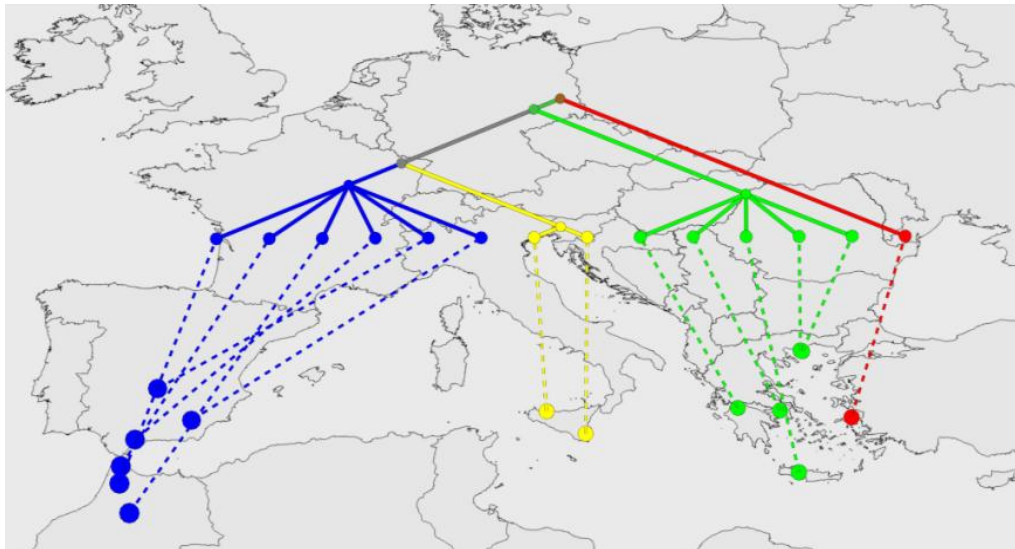
Tabela 62. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila *Merodon chalybeus* podgrupe.

Kanonijska osa	Sopstvena vrednost	Koeficijent kanonijske korelacije	Wilks' Lambda	Hi-kvadrat	df	p	Varijabilnost %
CV1	5,400210	0,918561	0,012586	310,6394	54	0,000000	48
CV2	4,509957	0,904716	0,080550	178,8399	34	0,000000	41
CV3	1,253117	0,745768	0,443830	57,6743	16	0,000001	11



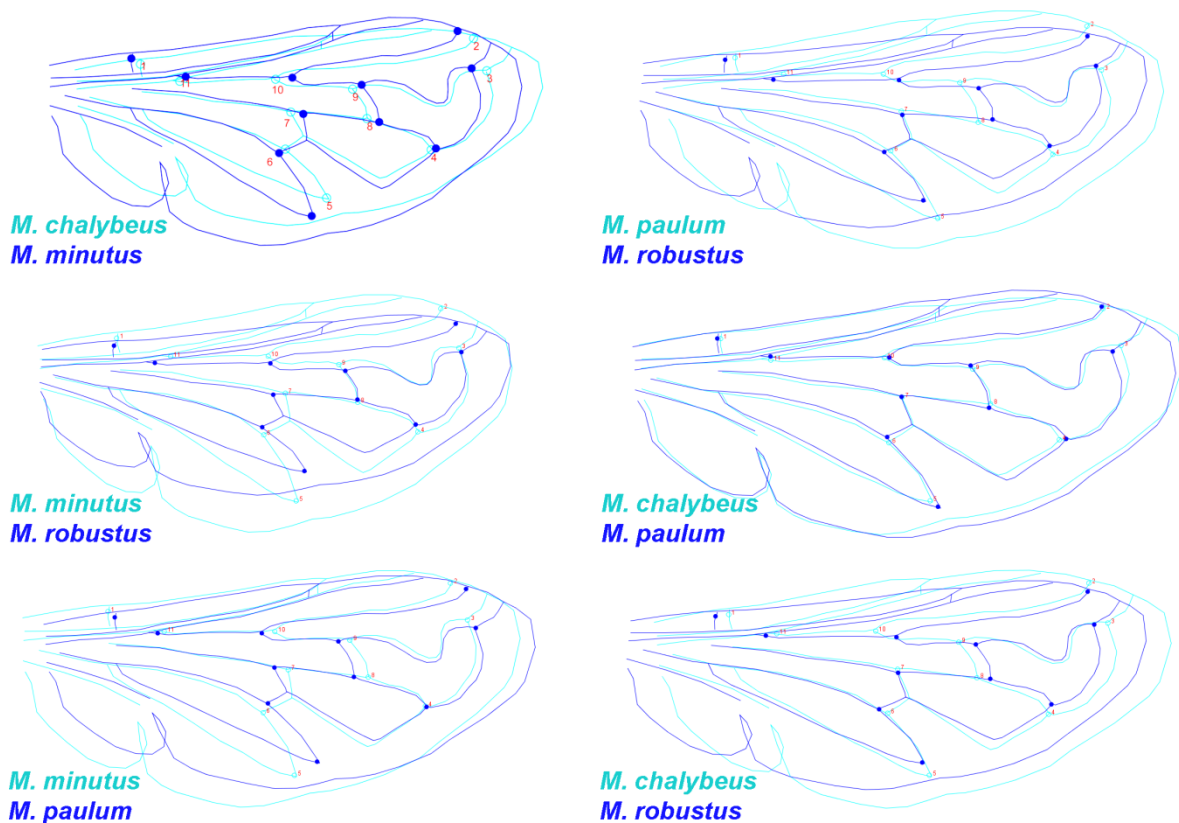
Slika 58. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila taksona iz *Merodon chalybeus* podgrupe. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV2 i CV3 osom.

Geo-fenogram konstruisan na osnovu kvadrata Mahalanobisovih distanci prikazuje da razlike u obliku krila su u skladu sa grupisanjem *M. chalybeus*, *M. minutus* i *M. paulum* u kompleks vrsta. *Merodon robustus* ima najrazličitiji oblik krila i jasno se odvaja od taksona iz *M. chalybeus* kompleksa (Slika 59).



Slika 59. Prikaz distribucije i sličnosti oblika krila (UPGMA fenogram) populacija iz *Merodon chalybeus* podgrupe: ● *M. chalybeus* Wiedemann, 1822 ● *M. paulum*, in lit. ● *M. minutus* Strobl, 1893 ● *M. robustus*, in lit.

Dodatno, razlike u obliku krila su prikazane na dijagramima deformacije (Slika 60). Suptilne, ali statistički značajne razlike su prisutne između *M. chalybeus* i *M. paulum*, dok su razlike između ovog para taksona i *M. minutus* očiglednije i ogledaju se u širini krila. Jasne razlike između *M. robustus* i taksona iz *M. chalybeus* kompleksa se ogledaju u značajno užem krilu kod ostrvskog taksona sa Samosa (Slika 60).



Slika 60. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila vrsta *Merodon chalybeus* podgrupe. Dijagrami koji opisuju razlike u obliku krila između parova vrsta (uvećane tri puta).

4.1.5.2 Analiza oblika surstila genitalnog aparata mužjaka taksona *Merodon chalybeus* podgrupe

Diskriminantna analiza je razdvojila vrste sa visokom značajnošću na osnovu oblika surstila (Tabela 63).

Tabela 63. Statistička značajnost razlike u obliku surstila populacija *Merodon chalybeus* podgrupe. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; df=38,39.

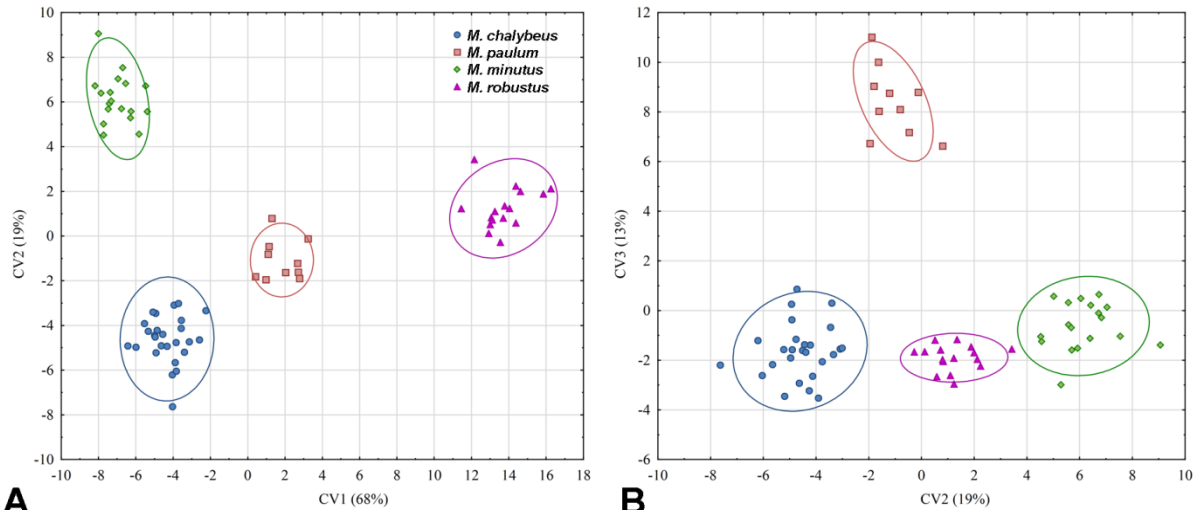
	<i>M. robustus</i>	<i>M. chalybeus</i>	<i>M. minutus</i>	<i>M. paulum</i>
<i>M. robustus</i>		136,4750	147,0988	59,69610
<i>M. chalybeus</i>	0,000000		50,3598	41,9861
<i>M. minutus</i>	0,000000	0,000000		52,03156
<i>M. paulum</i>	0,000000	0,000000	0,000000	

Sve jedinke su korektno klasifikovane u *a priori* definisane grupe. Kanonijska analiza je izdvojila tri visoko značajne CV ose koje opisuju razlike u obliku surstila između taksona (Tabela 64).

Tabela 64. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila *Merodon chalybeus* podgrupe.

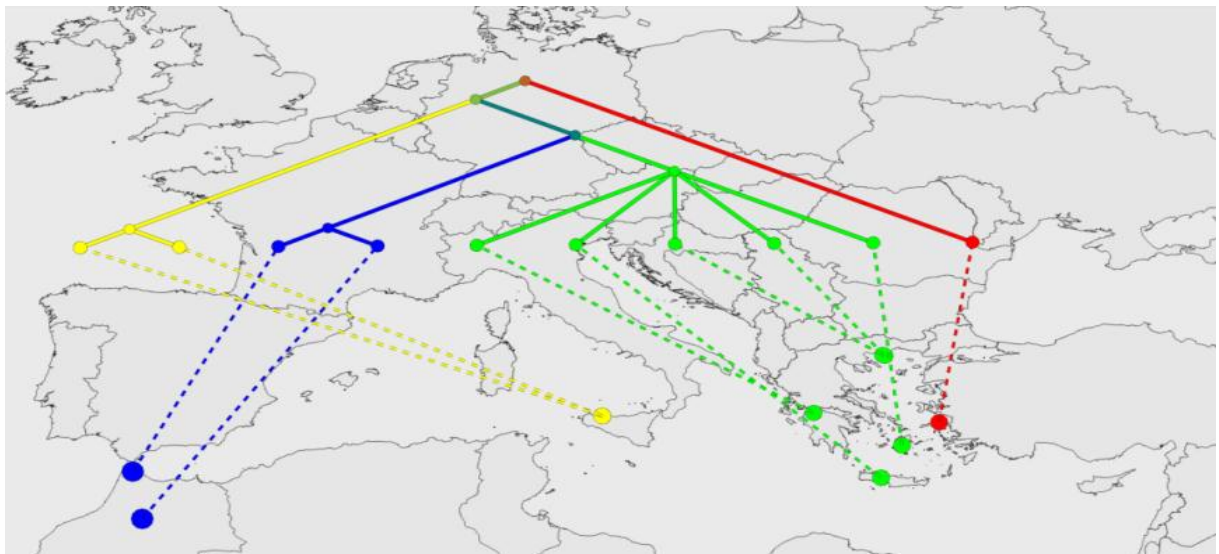
Kanonijska osa	Sopstvena vrednost	Koeficijent kanonijske korelacije	Wilks' Lambda	Hi-kvadrat	df	p	Varijabilnost %
CV1	64,73373	0,992364	0,000058	1151,676	114	0,00	68
CV2	18,63622	0,974204	0,003794	657,773	74	0,00	19
CV3	12,42306	0,962030	0,074499	306,443	36	0,00	13

CV1 opisuje 68% varijabilnosti i odvaja *M. chalybeus* i *M. minutus* od *M. paulum* i *M. robustus*. Takođe, ova osa oslikava odvajanje *M. robustus* od taksona iz *M. chalybeus* kompleksa (Slika 61A). Druga kanonijska osa sa 19% varijabilnosti jasno razdvaja *M. chalybeus* od *M. minutus*, dok CV3 sa 13% varijabilnosti razdvaja *M. paulum* od ostalih taksona (Slika 61B).



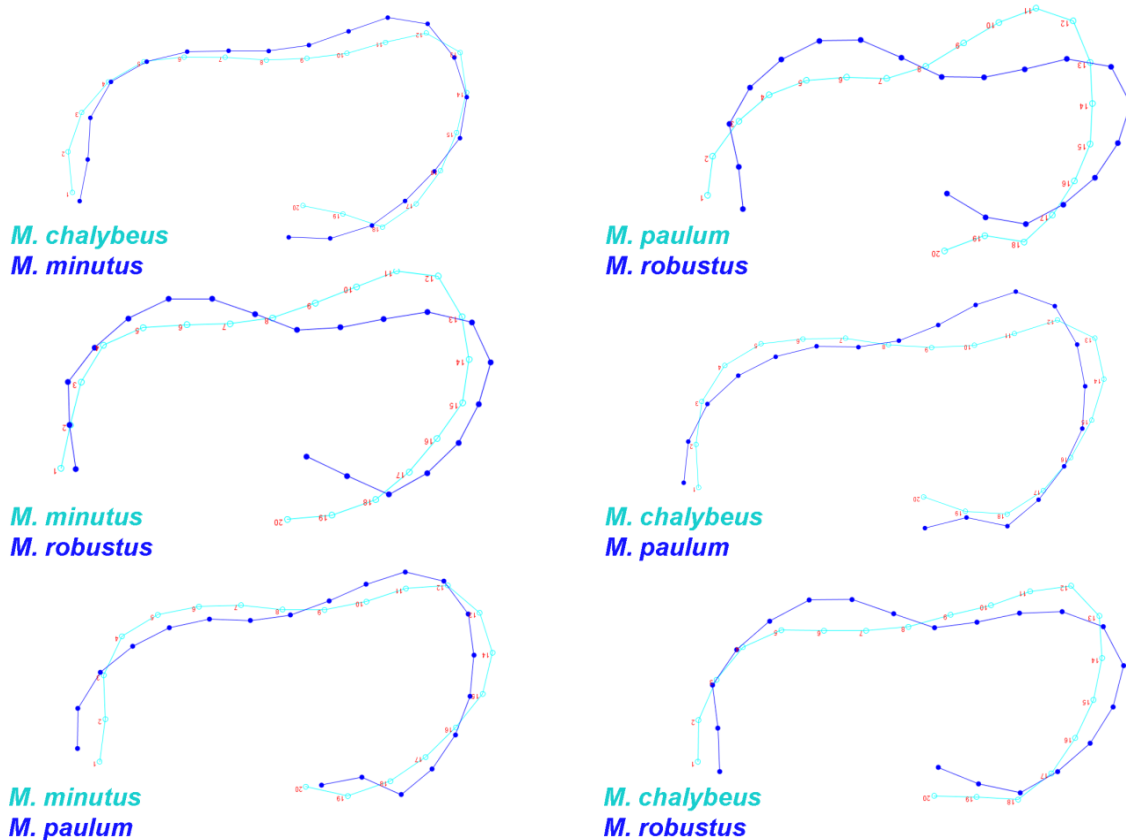
A Slika 61. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika surstila taksona iz *Merodon chalybeus* podgrupe. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV2 i CV3 osom.

Geo-fenogram konstruisan na osnovu parametara oblika surstila, za razliku od krila, grupiše *M. chalybeus* i *M. minutus* u jedan klaster pokazujući najveću sličnost oblika surstila između ove dve vrste. Isto kao i kod parametara krila, *M. robustus* se jasno odvaja od *M. chalybeus* kompleksa (Slika 62).



Slika 62. Prikaz distribucije i sličnosti oblika surstila (UPGMA fenogram) populacija iz *Merodon chalybeus* podgrupe: ● *M. chalybeus* Wiedemann, 1822 ● *M. paulum*, in lit. ● *M. minutus* Strobl, 1893 ● *M. robustus*, in lit.

Razlike u obliku surstila između parova vrsta su prikazane na dijagramima deformacije, (Slika 63). Najmanje razlike imaju vrste *M. chalybeus* i *M. minutus*, dok su najizraženije razlike prisutne između *M. robustus* i para vrsta *M. chalybeus* i *M. minutus*.



Slika 63. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika surstila vrsta *Merodon chalybeus* podgrupe. Dijagrami koji opisuju razlike u obliku surstila između parova vrsta (uvećane tri puta).

4.1.5.3 Analiza klimatskih profila vrsta *Merodon chalybeus* podgrupe

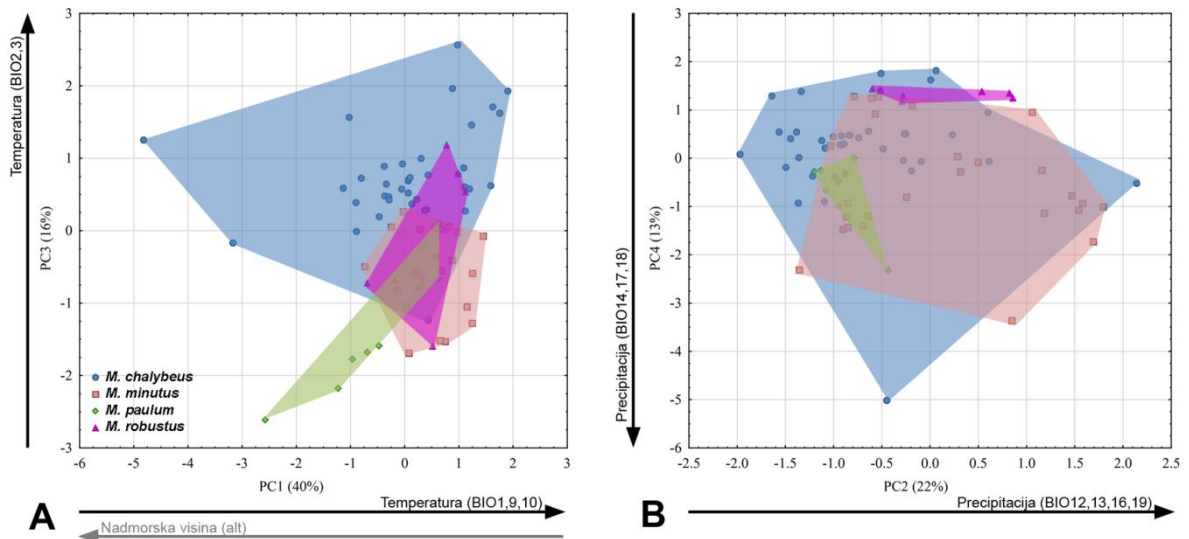
Analizirajući varijabilnost klimatskih parametara između jedinki *M. chalybeus* podgrupe, PCA je izdvojila pet PC osa sa sopstvenom vrednosti većom od 1 (Tabela 65). ANOVA je utvrdila da svih pet PC osa oslikava ukupnu varijabilnost oblika krila između taksona *M. chalybeus* podgrupe (Tabela 65). Fisher LSD testom su testirane razlike u klimatskim profilima parova vrsta. PC1 razdvaja *M. minutus* od ostalih taksona. PC2 razdvaja sve vrste, dok PC3 razdvaja sve vrste osim *M. minutus* i *M. robustus*. PC4 razdvaja sve osim *M. minutus* od *M. paulum*, a PC5 sve osim *M. chalybeus* i *M. paulum*.

Ose PC1, PC3 i PC5 su korelisane sa temperaturnim varijablama, a PC2 i PC4 sa precipitacijom (Tabela 65). PC1 je negativno korelisana sa nadmorskom visinom, i pozitivno korelisana sa srednjom godišnjom temperaturom i temperaturom najsuvljeg i najtoplijeg kvartala. PC3 i PC5 se korelisane sa varijablama koje opisuju varijaciju temperaturnih vrednosti tokom dana i sezona. PC2 je pozitivno korelisana sa godišnjom količinom padavina,

kao i godišnjom količinom padavina tokom najvlažnijeg, meseca i kvartala, i najhladnijeg kvartala. PC4 je negativno korelisana sa količinom padavina u najsuvljem i najtoplijem kvartalu (Tabela 65).

Tabela 65. Rezultati analize glavnih komponenti bioklimatskih i orografskih varijabli *Merodon chalybeus* podgrupe. Vrednost faktorskog opterećenja veća od $\pm 0,8$ i statistički značajne razlike su boldirane.

Varijable	Faktorsko opterećenje				
	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
alt	-0,84	-0,09	0,35	0,06	0,24
BIO1	0,91	-0,01	-0,02	0,31	-0,24
BIO2	-0,24	-0,06	0,92	-0,10	0,29
BIO3	-0,09	0,03	0,95	0,09	-0,23
BIO4	-0,14	-0,10	0,12	-0,31	0,92
BIO5	0,49	-0,07	0,73	-0,02	0,45
BIO6	0,72	0,07	-0,40	0,31	-0,47
BIO7	-0,26	-0,09	0,71	-0,24	0,60
BIO8	0,73	-0,19	-0,19	0,05	-0,51
BIO9	0,95	-0,05	0,05	0,21	0,21
BIO10	0,95	-0,07	0,09	0,19	0,19
BIO11	0,78	0,04	-0,06	0,35	-0,50
BIO12	-0,07	0,95	0,08	-0,25	-0,03
BIO13	0,01	0,99	-0,06	0,07	-0,04
BIO14	-0,19	0,12	-0,07	-0,91	0,08
BIO15	0,13	0,39	-0,16	0,82	-0,21
BIO16	0,01	0,99	-0,07	0,03	-0,05
BIO17	-0,22	0,09	0,05	-0,95	0,12
BIO18	-0,16	0,06	0,02	-0,93	0,11
BIO19	-0,05	0,99	-0,03	0,08	0,00
Sopstvena vrednost	7,91	4,37	3,11	2,68	1,22
Varijabilnost %	40	22	16	13	6
Kumulativni %	40	62	78	91	97
ANOVA p	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000003
ANOVA F	24,87345	27,62205	202,4108	75,68384	9,861211



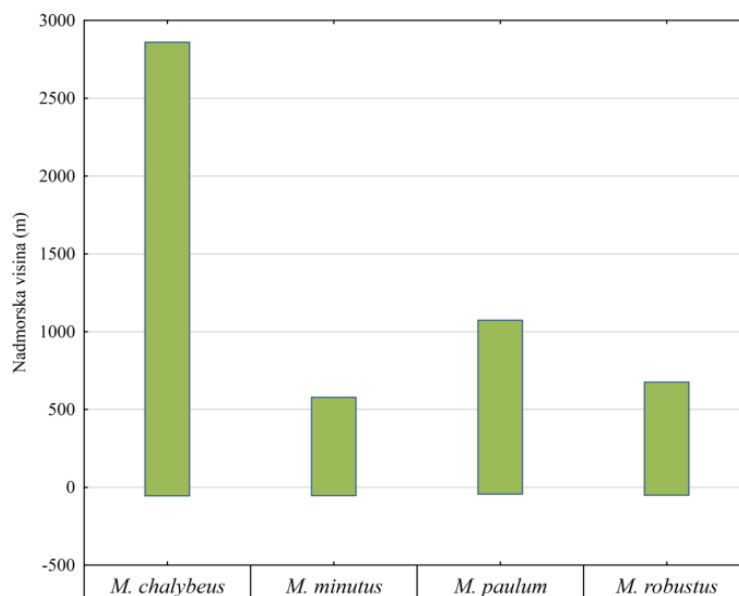
Slika 64. Analiza klimatskih parametara vrsta *Merodon chalybeus* podgrupe. A) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC1 i PC3 osom. B) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC2 i PC4 osom.

Na osnovu temperaturno koreliranih varijabli PC1 i PC3, *M. minutus* i *M. robustus* naseljavaju staništa na nižim nadmorskim visinama, većim vrednostima temperature tokom godine i tokom najsuvljeg i najtoplijeg kvartala, kao i manjim temperaturnim varijacijama tokom dana i između sezona (Slika 64A). *Merodon chalybeus* ima najširu ekološku valencu vezanu za PC1 faktor, što je pokazala i visoka vrednost standardne devijacije (Slika 64A, Tabela 66). Vrste *M. chalybeus* i *M. minutus* zauzimaju veliki deo prostora opisanim PC osama koreliranim sa faktorima precipitacije, što ukazuje na široku valencu ovih vrsta na varijacije u količini padavina (Slika 64B, Tabela 66). *Merodon paulum* naseljava najsuvlja staništa od svih israživanih vrsta (Slika 64B)

Tabela 66. Vrednosti standardne devijacije aritmetičke sredine vrednosti faktora kao pokazatelj adaptabilnosti vrsta *Merodon chalybeus* podgrupe na faktore korelirane sa PC osama.

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
<i>M. chalybeus</i>	1,336616	0,970747	0,620163	0,852684	1,308658
<i>M. minutus</i>	0,427027	1,038694	0,564191	0,890038	0,702958
<i>M. paulum</i>	0,698821	0,176612	0,707435	0,553135	0,601865
<i>M. robustus</i>	0,630418	0,481963	0,563596	0,063803	0,704468

Vrsta *M. chalybeus* ima širok raspon nadmorske visine od 0 do približno 3.000 m, za razliku od ostalih vrsta iz ove pogrupe koje naseljavaju nizije i manje nadmorske visine (Slika 65).



Slika 65. Prikaz raspona nadmorskih visina na kojima su zabeležene vrste iz *Merodon chalybeus* podgrupe.

4.1.5.4 Analiza uticaja geografske distribucije i klimatskih faktora na promene oblika krila i surstila vrsta iz *Merodon chalybeus* podgrupe

Mantel test je utvrdio da detektovane fenetičke razlike nisu posledica geografske udaljenosti (krila: $r=-0,19198$; $p=0,92700$; stili: $r=-0,28006$; $p=0,6889$) i klimatskih parametara analiziranih vrsta (krila: $r=-0,56714$; $p=0,35440$; stili: $r=-0,11823$; $p=0,78600$).

4.2 MERODON NANUS GRUPA

4.2.1 ANALIZA OBLIKA KRILA TAKSONA *MERODON NANUS* GRUPE

Analizirajući čitav uzorak od 334 jedinke primenom multivarijantne analize varijanse sa faktorima vrsta, pol, i interakcija vrsta i pol, utvrđena je statistički značajna razlika između vrsta ($F_{80,1205}=9,203521$; $p<0,00000$), polova ($F_{20,305}=9,616032$; $p<0,00000$), i u interakciji vrste i pola ($F_{80,1205}=2,128123$; $p<0,00000$). Rezultati ukazuju na prisustvo polnog dimorfizma, kao i na postojanje značajnih razlika između vrsta.

4.2.1.1 Analiza oblika krila mužjaka vrsta *Merodon nanus* grupe

Analizirajući ukupnu varijabilnost oblika krila u uzorku mužjaka bez *a priori* definisanih grupa, analiza glavnih komponenti je izdvojila sedam PC osa sa sopstvenom vrednosti većom od 1 (Tabela 67) koje zajedno opisuju 69% ukupne varijabilnosti uzorka. ANOVA je utvrdila da PC1-PC5 i PC7 ukazuju na razliku oblika krila između vrsta (Tabela 67).

Tabela 67. Rezultati analize glavnih komponenti i analize varijanse parametara oblika krila mužjaka *Merodon nanus* grupe.

PC osa	PCA			ANOVA	
	Sopstvena vrednost	Varijabilnost %	Kumulativna varijabilnost %	F	p
PC1	3,30	16	16	13,05935	0,000000
PC2	2,89	14	30	9,923952	0,000000
PC3	2,12	11	41	33,82256	0,000000
PC4	2,01	10	51	28,89784	0,000000
PC5	1,50	7	58	1,662453	0,160624
PC6	1,27	6	64	1,808800	0,128982
PC7	1,10	5	69	2,765166	0,028953

Dodatno, diskriminantna analiza je uspešno razdvojila pet analiziranih vrsta sa visoko signifikantnim rezultatima (Tabela 68). Ukupni procenat pravilnog grupisanja mužjaka u *a priori* definisane vrste utvrđen je diskriminantnom analizom i iznosi 91%. Od ukupno 187 jedinki, 16 jedinki je pogrešno klasifikovano. Najslabiji procenat korektne klasifikacije utvrđen je za mužjake vrste *M. rasicus*, gde su od 24 jedinke dve klasifikovane kao *M. nanus*, i dve kao *M. telmateia*. Tri jedinke *M. neonanus*, od ukupno 32, su klasifikovane kao *M. kopensis*, dok

su unutar vrste *M. telmateia* dve jedinke klasifikovane kao *M. nanus*, i po jedna jedinka kao *M. neonanus* i *M. rasicus*.

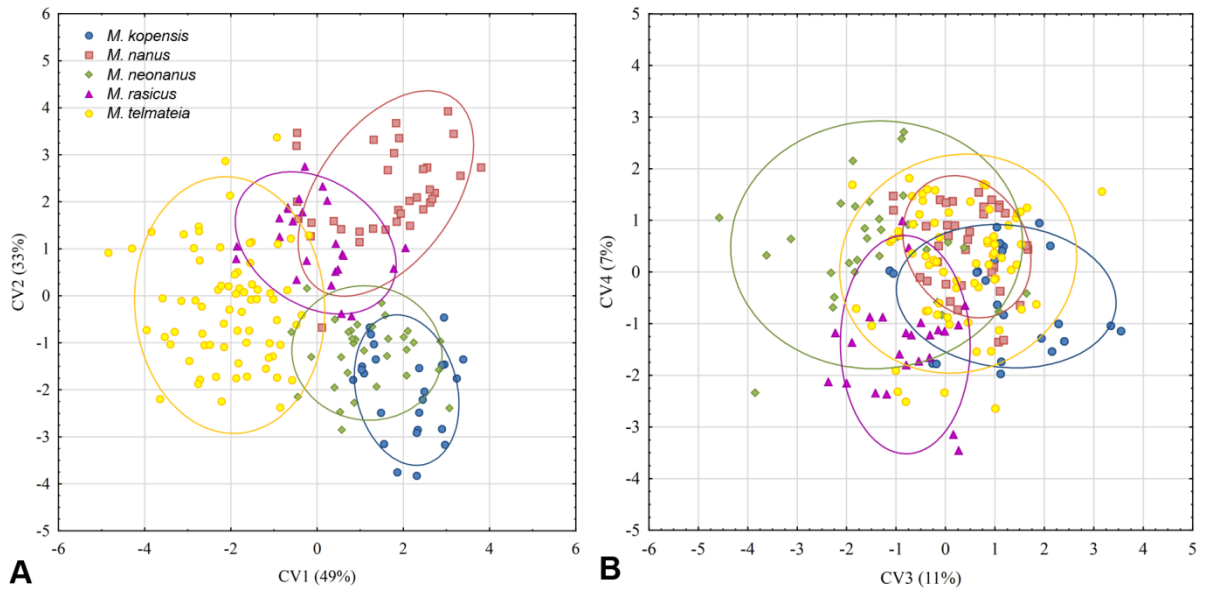
Tabela 68. Statistička značajnost razlike u obliku krila mužjaka *Merodon nanus* grupe. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; df=20,163.

	<i>M. kopensis</i>	<i>M. nanus</i>	<i>M. neonanus</i>	<i>M. rasicus</i>	<i>M. telmateia</i>
<i>M. kopensis</i>		12,58196	5,86698	10,58016	17,77451
<i>M. nanus</i>	0,00000		11,25329	5,67447	19,84611
<i>M. neonanus</i>	0,00000	0,00000		6,73195	13,86154
<i>M. rasicus</i>	0,00000	0,00000	0,00000		7,50748
<i>M. telmateia</i>	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	

Kanonijska analiza je izdvojila 4 visoko signifikantne kanonijske ose (Tabela 69). Najveći deo varijabilnosti oblika krila je opisan sa CV1 i CV2 osama. Duž prve kanonijske ose dolazi do jasnog razdvajanja mužjaka *M. telmateia* i *M. kopensis*, i delimičnog razdvajanja *M. nanus*, *M. neonanus* i *M. rasicus* od *M. telmateia* (Slika 66A). CV2 sa 33% od ukupne varijabilnosti razdvaja *M. kopensis* i *M. neonanus* sa jedne strane i *M. nanus* i *M. rasicus* sa druge strane. CV3 sa 11% od ukupne varijabilnosti oblika krila delimično razdvaja *M. kopensis* i *M. neonanus*, dok CV4 sa svega 7% opisuje razliku između *M. nanus* i *M. rasicus* (Slika 66B).

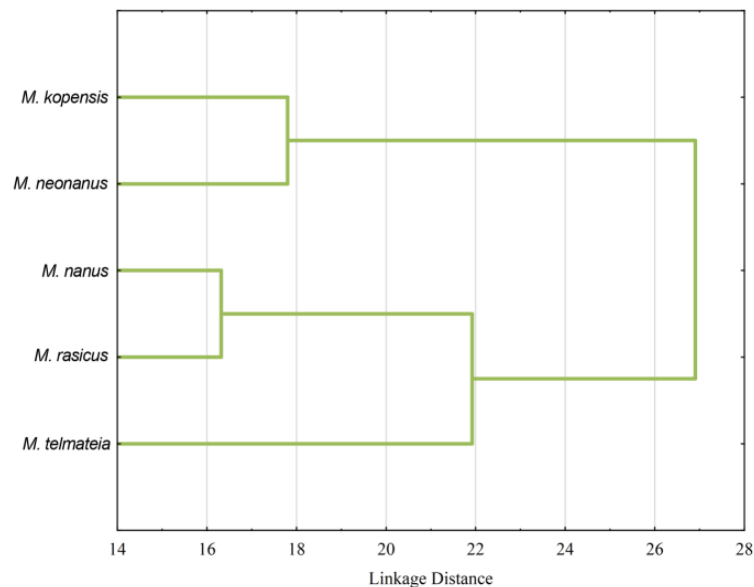
Tabela 69. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila mužjaka *Merodon nanus* grupe.

Kanonijska osa	Sopstvena vrednost	Koeficijent kanonijske korelacije	Wilks' Lambda	Hi-kvadrat	df	p	Varijabilnost %
CV1	2,922565	0,863171	0,037024	571,8870	80	0,000000	49
CV2	1,904972	0,809792	0,145231	334,7566	57	0,000000	33
CV3	0,697639	0,641051	0,421891	149,7320	36	0,000000	11
CV4	0,396223	0,532712	0,716218	57,9092	17	0,000002	7

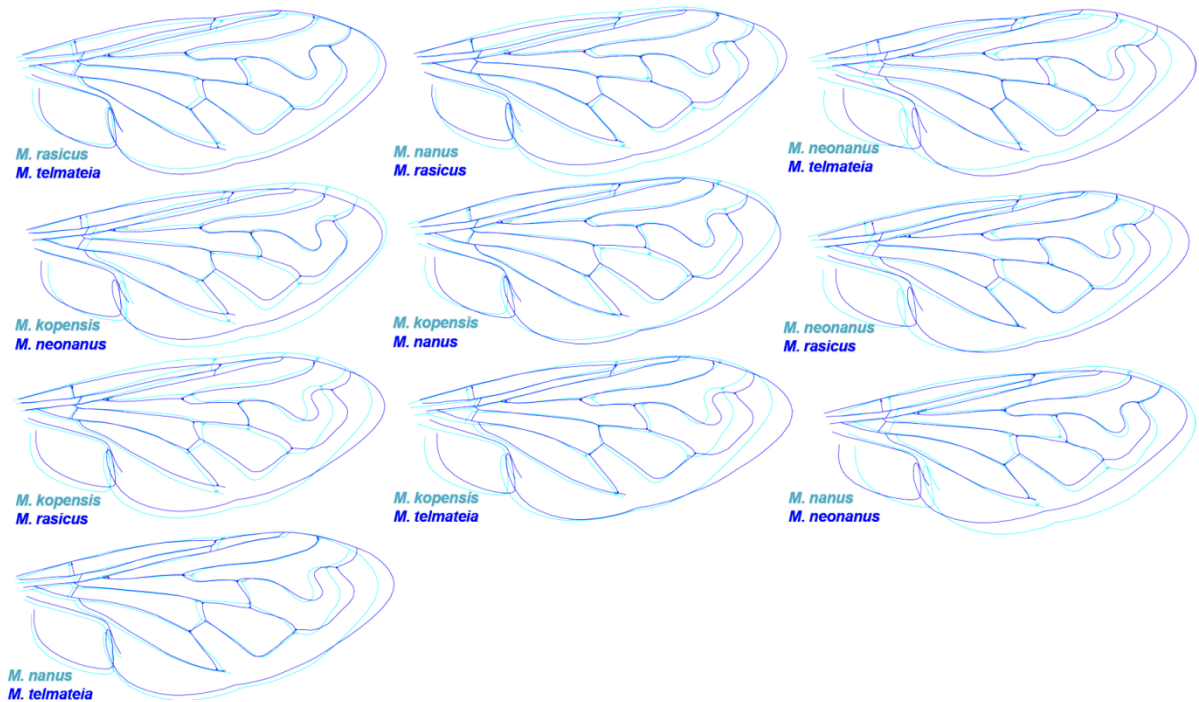


Slika 66. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila mužjaka *Merodon nanus* grupe. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV3 i CV4 osom.

Fenogram konstruisan metodom UPGMA na osnovu kvadrata Mahalanobisovih distanci prikazuje sličnost u obliku krila između mužjaka *M. kopensis* i *M. neonanus*, kao i *M. nanus* i *M. rasicus*, koji se grupišu u dva klastera, dok se *M. telmateia* odvađa u zaseban klaster (Slika 67). Na osnovu mreža defomacije krila, može se zaključiti da su razlike u obliku krila uslovljene promenama u centralnom i apikalnom delu krila (Slika 68).



Slika 67. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila mužjaka *Merodon nanus* grupe. UPGMA fenogram konstruisan na osnovu kvadrata Mahalanobisovih distanci oslikava sličnost oblika krila.



Slika 68. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila mužjaka *Merodon nanus* grupe. Dijagrami koji opisuju razlike u obliku krila između parova vrsta (uvećane tri puta).

4.2.1.2 Analiza oblika krila ženki vrsta *Merodon nanus* grupe

Zbog malog uzorka, ženke vrste *M. kopensis* nisu uključene u analizu oblika krila. Analizirano je 144 jedinke, vrsta *M. nanus*, *M. neonanus*, *M. rasicus* i *M. telmateia*. PCA je izdvojila sedam glavnih komponenti, koje opisuju 70% varijabilnost oblika krila u čitavom uzorku. Daljom analizom je utvrđeno da PC1-PC3, PC5 i PC7 opisuju razliku u obliku krila između ženki istraživanih vrsta (Tabela 70).

Tabela 70. Rezultati analize glavnih komponenti i analize varijanse parametara oblika krila ženki *Merodon nanus* grupe. Statistički značajne razlike su boldirane.

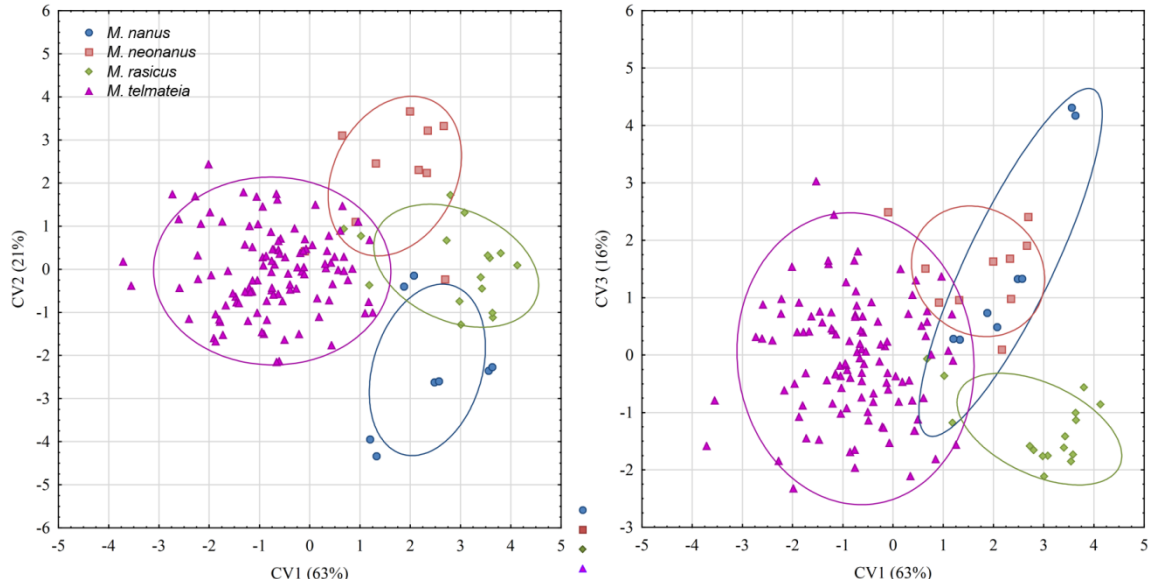
PC osa	PCA			ANOVA	
	Sopstvena vrednost	Varijabilnost %	Kumulativna varijabilnost %	F	p
PC1	3,70	19	19	12,09988	0,00000
PC2	2,91	15	34	3,715995	0,013071
PC3	2,01	10	44	4,320606	0,006018
PC4	1,65	8	52	1,291451	0,279808
PC5	1,49	7	59	12,22281	0,000000
PC6	1,26	6	65	0,576762	0,631214
PC7	1,05	5	70	5,89322	0,000812

Analizirajući varijabilnost oblika krila između vrsta, diskriminantna analiza je pokazala visoko signifikantnu razliku za sve vrste (Tabela 71). Ukupni procenat korektne klasifikacije u *a priori* definisane grupe je bolji u odnosu na mužjake, i iznosi 94%. Od ukupno 144 jedinki, 8 je pogrešno klasifikovano. Najslabiji procenat korektne klasifikacije utvrđen je za ženke *M. nanus* i *M. neonanus*. Sve ženke *M. telmateia* su korektno klasifikovane.

Tabela 71. Statistička značajnost razlike u obliku krila ženki *Merodon nanus* grupe. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; df=20,121.

	<i>M. nanus</i>	<i>M. neonanus</i>	<i>M. rasicus</i>	<i>M. telmateia</i>
<i>M. nanus</i>		3,968940	3,364269	5,676842
<i>M. neonanus</i>	0,000001		3,556616	5,200146
<i>M. rasicus</i>	0,000019	0,000007		9,013442
<i>M. telmateia</i>	0,000000	0,000000	0,000000	

CVA je uzdvojila tri kanonijske ose koje opisuju promene u obliku krila ženki (Tabela 72). CV1 nosi najveći procenat varijabilnosti (63%) i razdvaja *M. telmateia* od ostale tri vrste. CV2 sa 21% varijabilnosti opisuje razliku između ženki *M. nanus* i *M. neonanus*, dok CV3 sa 16% razdvaja *M. neonanus* od *M. rasicus* (Slika 69).

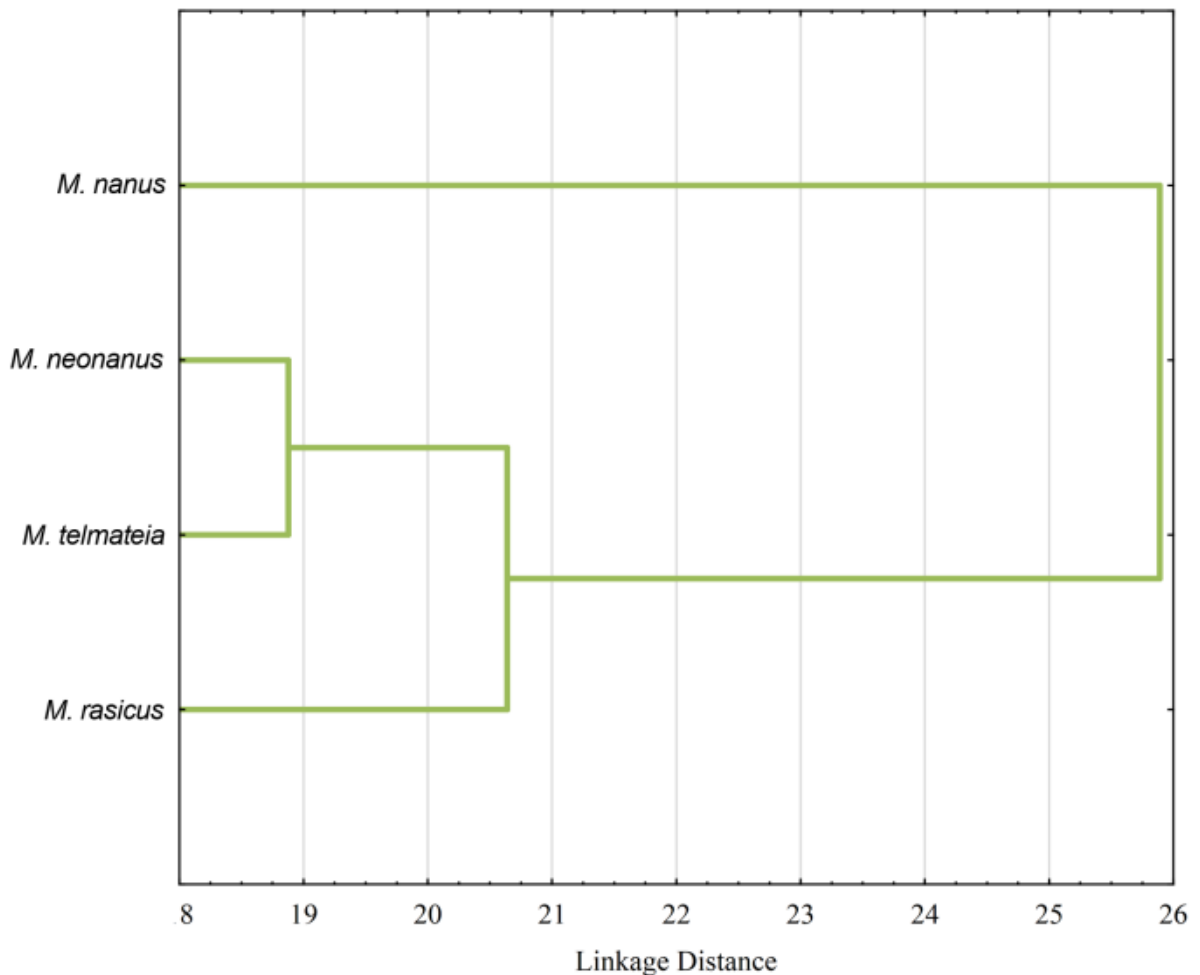


Slika 69. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila ženki *Merodon nanus* grupe. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV3 osom.

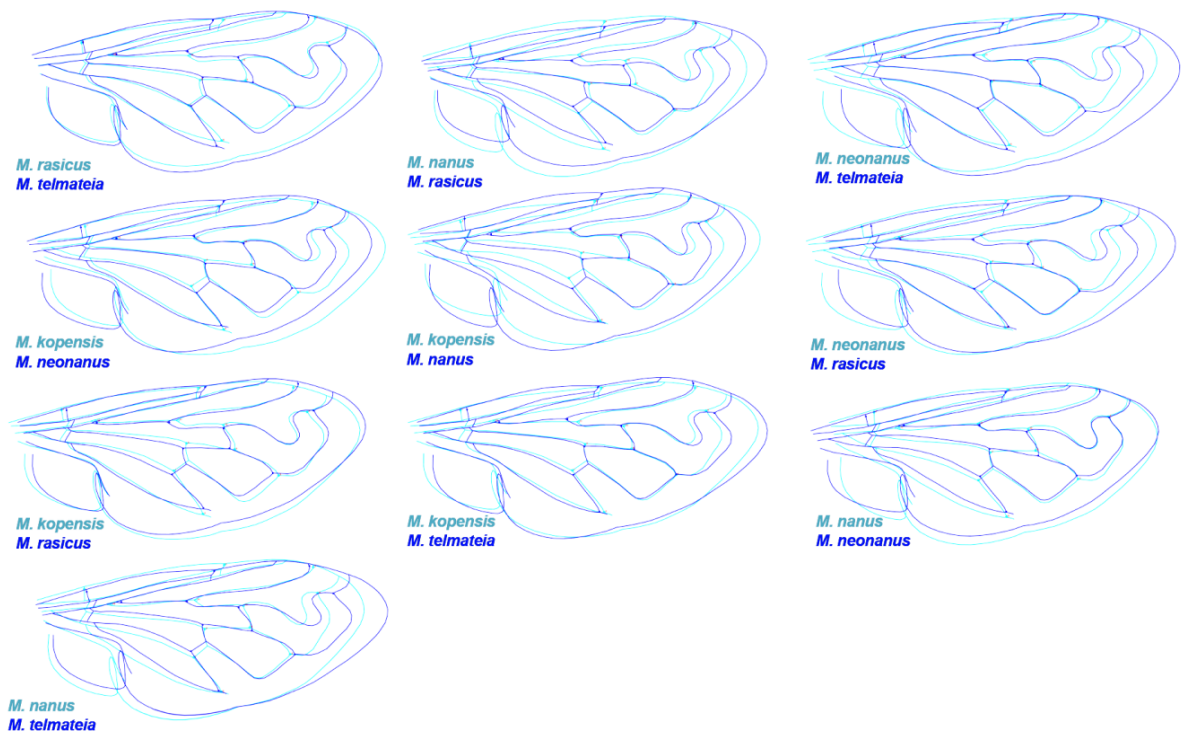
Tabela 72. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila ženki *Merodon nanus* grupe.

Kanonijska osa	Sopstvena vrednost	Koeficijent kanonijske korelacije	Wilks' Lambda	Hi-kvadrat	df	p	Varijabilnost %
CV1	1,928134	0,811471	0,138753	258,7330	60	0,000000	63
CV2	0,647440	0,626895	0,406287	117,9912	38	0,000000	21
CV3	0,494024	0,575036	0,669333	52,5930	18	0,000030	16

UPGMA fenogram oslikava sličnost u obliku krila kod ženki istraživanih vrsta. Za razliku od mužjaka, ženke *M. neonanus* i *M. telmateia* imaju najbližnja krila, dok *M. nanus* formira zaseban klaster (Slika 70). Kao i kod mužjaka, razlike u oblika krila između vrsta su odgovor promena u centralnom i apikalnom delu krila (Slika 71).



Slika 70. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila ženki *Merodon nanus* grupe. UPGMA fenogram konstruisan na osnovu kvadrata Mahalanobisovih distanci oslikava sličnost oblika krila.



Slika 71. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila ženki *Merodon nanus* grupe. Dijagrami koji opisuju razlike u obliku krila između parova vrsta (uvećane tri puta).

4.2.1.3 Intraspezijska varijabilnost vrsta *Merodon nanus* grupe

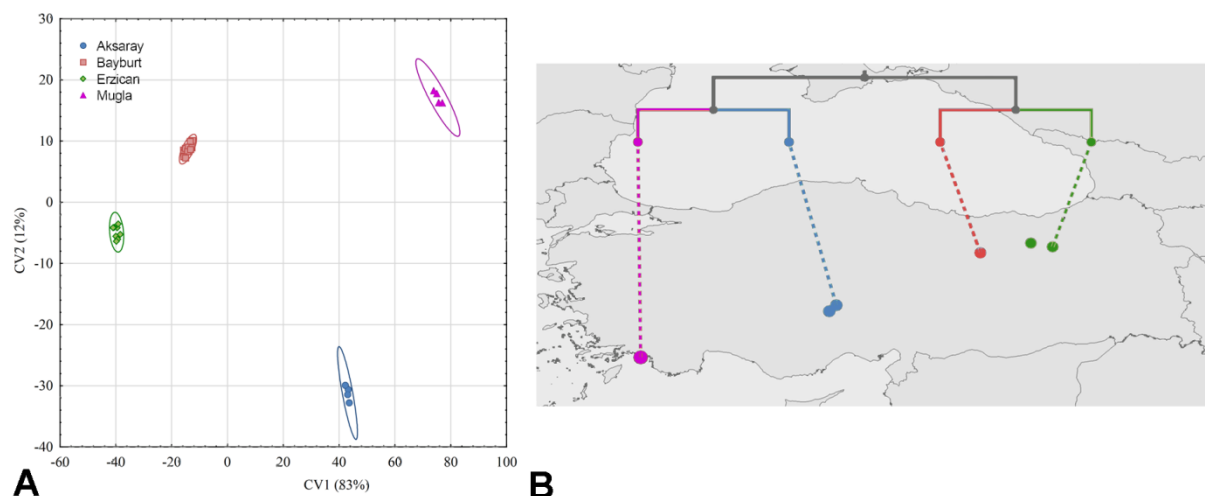
4.2.1.3.1 Intraspezijska varijabilnost vrste *Merodon kopensis*

Analizirano je ukupno 15 jedinki iz četiri turske populacije vrste *M. kopensis*, iz tri regiona Turske: Egejski region (Mugla), Centralno-Anadolijski region (Aksaray) i Istočno-Anadolijski region (Erzincan i Baybrut). Diskriminantna analiza je pokazala da razlike u obliku krila između analiziranih populacija imaju statističku značajnost. Kanonijska analiza je izdvojila tri ose, koje opisuju razlike u obliku krila (Tabela 73).

Tabela 73. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila populacija *Merodon kopensis*.

Kanonijska osa	Sopstvena vrednost	Koeficijent kanonijske korelacije	Wilks' Lambda	Hi-kvadrat	df	p	Varijabilnost %
CV1	1955,50	0,99974	0,00000	252,168	60	0,000000	83
CV2	264,46	0,99811	0,00003	146,063	30	0,000000	12
CV3	126,95	0,99608	0,00782	67,9230	18	0,000000	5

CV1 nosi najveći deo varijabilnosti i jasno odvaja populacije po geografskoj distribuciji, na istočne i zapadne. Druga kanonijska osa sa 12% varijabilnosti oslikava varijabilnost istočnih i zapadnih populacija (Slika 72A). Na geo-fenogramu se jasno vidi grupisanje populacija po geografskoj distribuciji (Slika 72B). Međutim, Mantel test nije utvrdio signifikantnu korelaciju između geografske distribucije i fenetičke udaljenosti između populacija ($r=0,74094$, $p=0,12090$).



Slika 72. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila populacija *Merodon kopensis* Vujić et Hayat, 2015. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Prikaz distribucije i sličnosti oblika krila (UPGMA fenogram) populacija *Merodon kopensis*. ● Mugla ● Aksaray ● Bajburt ● Erzindžan.

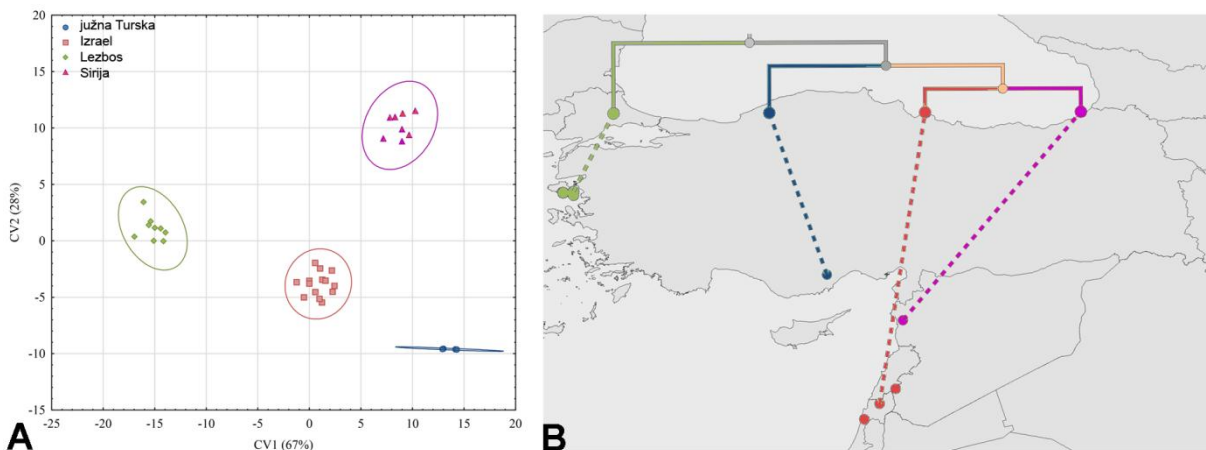
4.2.1.3.2 Intraspezijska varijabilnost vrste *Merodon nanus*

Unutar vrste *M. nanus* analizirane su populacije iz istočnog Mediterana (Sirija i Izrael, i južna Turska) kao i populacija sa egejskog ostrva Lezbos. Diskriminantna analiza je utvrdila visoko signifikantnu razliku između svih analiziranih populacija. CVA analiza je odvojila tri ose, koje opisuju razlike u obliku krila između populacija (Tabela 74).

Tabela 74. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila populacija *Merodon nanus*.

Kanonijska osa	Sopstvena vrednost	Koeficijent kanonijske korelacije	Wilks' Lambda	Hi-kvadrat	df	p	Varijabilnost %
CV1	111,0057	0,995526	0,000020	237,6731	60	0,000000	67
CV2	45,8702	0,989275	0,002277	133,8651	38	0,000000	28
CV3	8,3689	0,945126	0,106736	49,2227	18	0,000099	5

Prva CV osa nosi najveći deo varijabilnosti i jasno prikazuje odvajanje egejske populacije sa Lezbosa od istočno-mediteranskih populacija (Slika 74A). Takođe, geo-fenogram jasno prikazuje odvajanje populacije sa Lezbosa u zaseban klaster (Slika 74B). Mantel test ukazuje da razlike u obliku krila između analiziranih populacija nisu posledica njihove geografske udaljenosti ($r=0,41303$, $p=0,50190$).



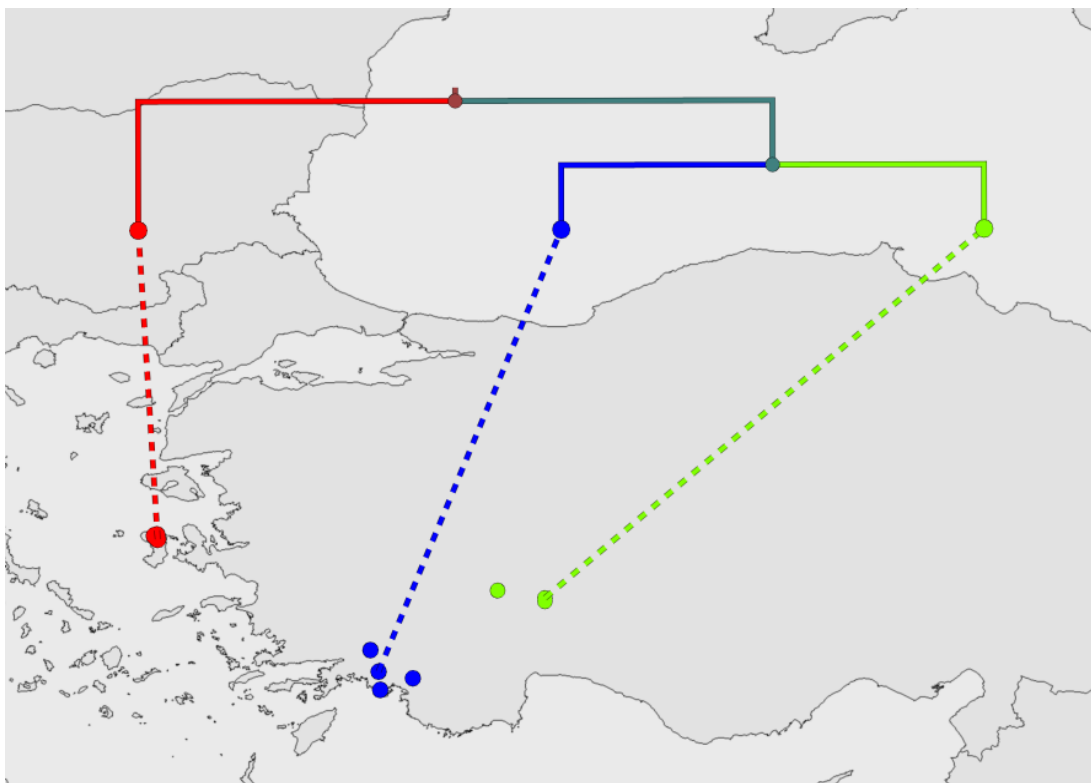
Slika 73. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila populacija *Merodon nanus* Sack, 1931. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Prikaz distribucije i sličnosti oblika krila (UPGMA fenogram) populacija *Merodon nanus*. ● Sirija ● južna Turska ● Lezbos ● Izrael.

4.2.1.3.3 Intraspecijska varijabilnost vrste *Merodon neonanus*

Pri testiranju intraspecijske varijabilnosti vrste *M. neonanus* analizirane su tri populacije Turska: Mugla, Isparta i Grčka: ostrvo Hios. Diskriminantnom analizom je utvrđeno postojanje značajnih razlika u obliku krila između grčke i turskih populacija. Kanonijska analiza izdvojila je dve ose, od kojih je prva signifikantna i ukazuje na razlike između grčke i turskih populacija (Tabela 75). Razlika u obliku krila između turskih populacija nema statistički značajnu vrednost. Geo-fenogram konstruisan na osnovu kvadrata Mahalanobisovih distanci prikazuje jasno izdvajanje ostrvske populacije od kopnenih (Slika 74). Primenom Mantel testa utvrđena je nesignifikantna korelacija između geografske distribucije i razlike u obliku krila između populacija ($r=0,72675$, $p=0,49100$).

Tabela 75. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila populacija *Merodon neonanus*.

Kanonijska osa	Sopstvena vrednost	Koeficijent kanonijske korelacije	Wilks' Lambda	Hi-kvadrat	df	p	Varijabilnost %
CV1	8,607202	0,946526	0,046539	75,15279	40	0,000639	87
CV2	1,236580	0,743565	0,447111	19,72122	19	0,411526	13



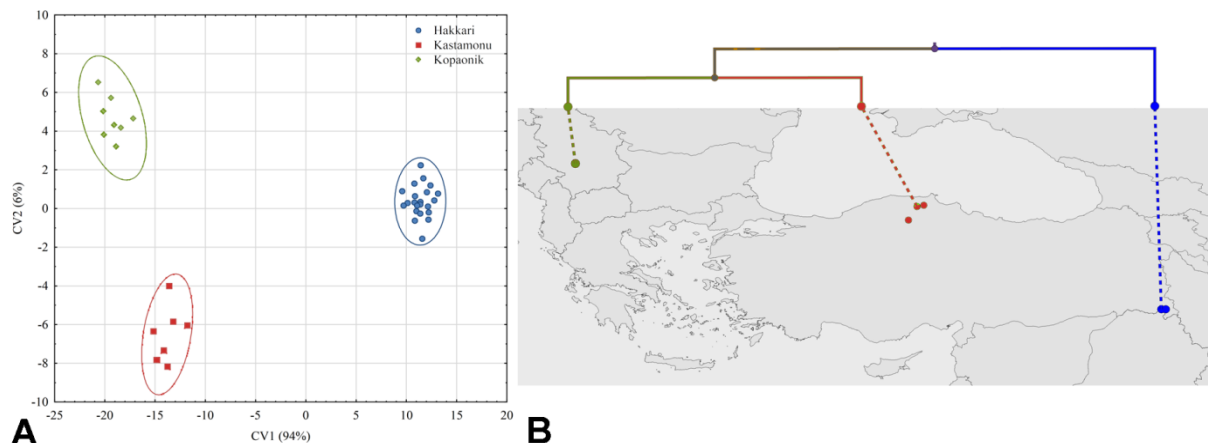
Slika 74. Prikaz distribucije i sličnosti oblika krila (UPGMA fenogram) populacija *Merodon neonanus* Vujić et Taylor, 2015. ● Hios ● Mugla ● Isparta.

4.2.1.3.4 Intraspecijska varijabilnost vrste *Merodon rasicus*

Analizirano je ukupno 22 jedinke, sa prostora krajnjeg jugoistoka Turske (Hakari), centralnog dela crnomorskog regiona (Kastamonu) i balkanska populacija sa Kopaonika. Sve populacije se sa visokom signifikantnošću razlikuju u obliku krila (DA). Kanonijska analiza je izdvojila dve visoko signifikantne kanonijske ose (Tabela 76), od kojih prva sa čak 94% opisuje jasno odvajanje jugoistočne turske populacije (Slika 75A). CV2 sa svega 6% opisuje razlike između crnomorske i balkanske populacije. Na geo-fenogramu kontruisanom na osnovu kvadrata Mahalanobisovih distanci se jasno vidi izdvajanje Hakari populacije u zaseban klaster (Slika 75B). Rezultati Mantel testa ukazuju da razlike u obliku krila između populacija nisu posledica njihove geografske udaljenosti ($r=0,60515$, $p=0,66790$).

Tabela 76. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila populacija *Merodon rasicus*.

Kanonijska osa	Sopstvena vrednost	Koeficijent kanonijske korelacije	Wilks' Lambda	Hi-kvadrat	df	p	Varijabilnost %
CV1	210,1880	0,997630	0,000317	197,4210	40	0,000000	94
CV2	13,9581	0,965995	0,066854	66,2786	19	0,000000	6



Slika 75. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila populacija *Merodon rasicus* Vujić et Radenković, 2015. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Prikaz distribucije i sličnosti oblika krila (UPGMA fenogram) populacija *Merodon neonanus*: ● Kopaonik ● Hakari ● Kastamonu.

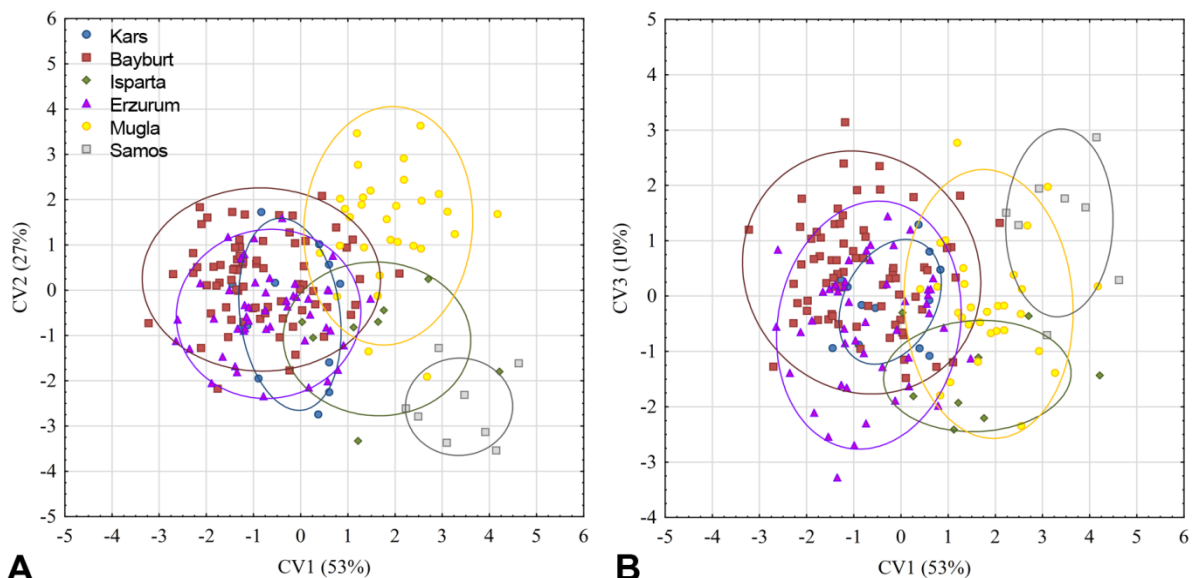
4.2.1.3.5 Intraspecijska varijabilnost vrste *Merodon telmateia*

Diskriminantnom analizom je testirano postojanje razlika u obliku krila između šest populacija *M. telmateia*, tri sa distribucijom u istočnoj Turskoj (Kars, Baybrut i Erzurum) i tri sa Egejskom distribucijom (Turska: Mugla, Isparta; Grčka: Samos). Signifikantne razlike uočene su između istočno turskih i egejskih populacija, kao i između egejskih populacija. Kanonijska analiza je izdvojila tri ose (od ukupno pet) koje značajno opisuju razlike oblika krila između analiziranih populacija (Tabela 77).

Tabela 77. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila populacija *Merodon telmateia*.

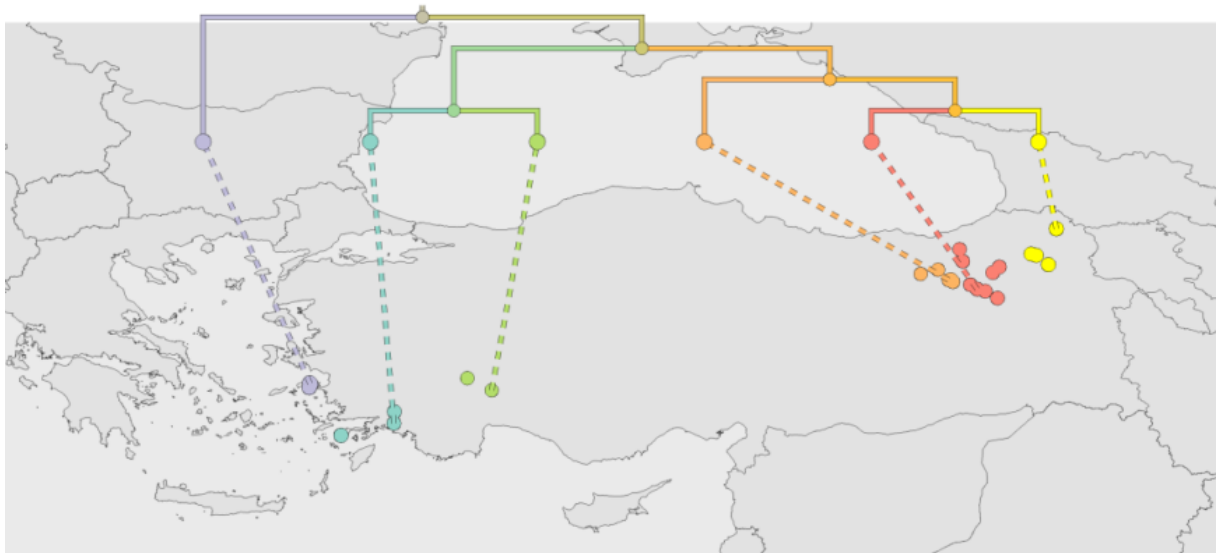
Kanonijska osa	Sopstvena vrednost	Koeficijent kanonijske korelacije	Wilks' Lambda	Hi-kvadrat	df	p	Varijabilnost %
CV1	1,673005	0,791132	0,114647	355,2067	100	0,000000	53
CV2	0,833588	0,674256	0,306453	193,9613	76	0,000000	27
CV3	0,335000	0,500936	0,561909	94,5323	54	0,000539	10

Prva kanonijska osa nosi najveći deo varijabilnosti i prikazuje razlike između istočno-turskih i egejskih populacija, dok CV2 ukazuje na razliku unutar egejskih populacija, sa naglaskom na populaciju sa Samosa (Slika 76A). Treća kanonijska osa sa 10% varijabilnosti opisuje razlike između egejskih populacija Mugla i Samos (Slika 76B).



Slika 76. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila populacija *Merodon telmateia* Hurkmans, 1987. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV3 osom.

Geo-fenogram konstruisan na osnovu kvadrata Mahalanobisovih distanci jasno prikazuje struktuisanje populacija po geografskim oblastima i jasno izdvajanje ostrvske populacije sa Samosa (Slika 77). Dodatno, rezultati Mantel testa pokazuju srednje jaku signifikantnu korelaciju između morfometrijskih parametara i geografske distribucije analiziranih populacija ($r=0,50731$, $p=0,01010$).



Slika 77. Prikaz distribucije i sličnosti oblika krila (UPGMA fenogram) populacija *Merodon telmateia* Hurkmans, 1987. ● Samos ● Mugla ● Isparta ● Baybrut ● Erzurum ● Kars.

4.2.2 ANALIZA KLIMATSKIH PROFILA VRSTA *MERODON NANUS* GRUPE

PCA je na osnovu 19 bioklimatskih varijabli i nadmorske visine izdvojila četiri glavne komponente sa sopstvenom vrednosti većom od 1. PC4 objašnjava svega 5% ukupne varijabilnosti i neće se koristiti u interpretaciji rezultata. Signifikantna povezanost izdvojene varijabilnosti sa razlikama između vrsta utvrđena je analizom varijanse za sva tri izdvojena faktora (ANOVA, Tabela 78). Razlike između parova vrsta testirane su Fisher LSD post hoc testom. Visoko signifikantne razlike u abiotičkim faktorima vezanim za PC1 su utvrđene kod parova vrsta *M. neonanus* - *M. nanus*, *M. nanus* - *M. kopensis*, *M. nanus* - *M. rasicus*, *M. nanus* - *M. telmateia* i *M. rasicus* - *M. telmateia*. *Merodon neonanus* se signifikantno razlikuje u abiotičkim faktorima vezanim za PC2 od vrsta *M. nanus*, *M. kopensis* i *M. telmateia*, dok se u klimatskim faktorima korelisanim sa PC3 se razlikuju sve vrste osim parova *M. neonanus* - *M. kopensis* i *M. kopensis* - *M. telmateia*.

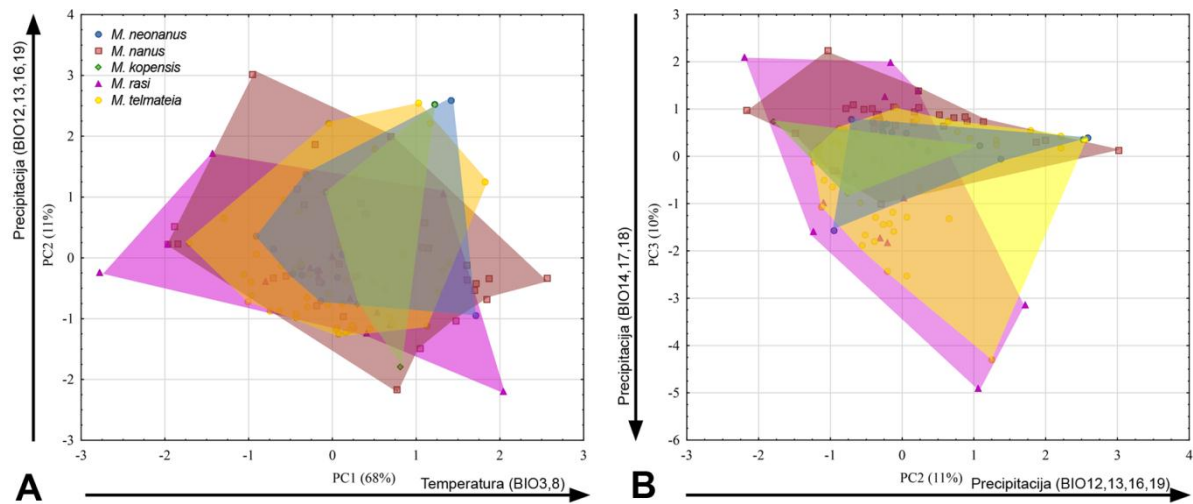
PC1 sa 68% varijabilnosti ima najveći uticaj na distribuciju vrsta *Merodon nanus* grupe. U pozitivnoj je korelaciji sa srednjom temperaturom najvlažnijeg kvartala i odnosom dnevnih i godišnje oscilacije temperature (Tabela 78). PC2 i PC3 su u korelaciji sa precipitacijom, i objašnjavaju 21% varijabilnosti. PC2 je u pozitivnoj korelaciji sa godišnjom količinom padavina, količinom padavina najvlažnijeg kvartala i meseca, dok je PC3 negativno korelisan sa količinom padavina najtoplijeg kvartala i najsuvljeg kvartala i meseca (Tabela 78).

Tabela 78. Rezultati analize glavnih komponenti bioklimatskih i orografskih varijabli *Merodon nanus* grupe. Vrednost faktorskog opterećenja veća od $\pm 0,8$ i statistički značajne razlike su boldirane.

Varijable	Faktorsko opterećenje		
	PC1	PC2	PC3
alt	-0,635	-0,355	-0,397
BIO1	0,609	0,353	0,560
BIO2	-0,058	-0,113	-0,120
BIO3	0,784	0,308	0,349
BIO4	-0,604	-0,319	-0,273
BIO5	0,480	0,375	0,698
BIO6	0,562	0,385	0,488
BIO7	-0,507	-0,320	-0,278
BIO8	0,866	-0,225	0,018
BIO9	0,150	0,250	0,802
BIO10	0,539	0,367	0,630
BIO11	0,608	0,372	0,503
BIO12	-0,096	0,980	-0,028
BIO13	0,257	0,861	0,364
BIO14	-0,170	-0,173	-0,943
BIO15	0,477	0,383	0,684
BIO16	0,224	0,871	0,360
BIO17	-0,200	-0,146	-0,942
BIO18	-0,117	-0,085	-0,960
BIO19	0,265	0,812	0,427
Sopstvena vrednost	13,56	2,15	2,01
Varijabilnost %	68	11	10
Kumulativni %	68	79	89
ANOVA p	0,000000	0,000000	0,000000
ANOVA F	53,51552	4,740015	33,97163

Položaj vrsta *M. nanus* grupe u ekološkom prostoru je ilustrovan na slici 78. Vrste *M. rasicus* i *M. nanus* naseljavaju oblasti sa širim rangom temperature i padavina, što je potvrđeno i vrednostima standardne devijacije za PC1 osu (Tabela 79). PC1 ukazuje na uzanu temperaturnu valencu vrste *M. kopensis* (Slika 78A, Tabela 79). Na slici 79B je prikazan odnos vrsta prema količini padavina. Vrste *M. kopensis*, *M. nanus* i *M. neonanus* preferiraju suvlja

staništa, dok *M. telmateia* i *M. rasicus* imaju širu ekološku valencu za abiotički faktor precipitacija (Slika 78B).



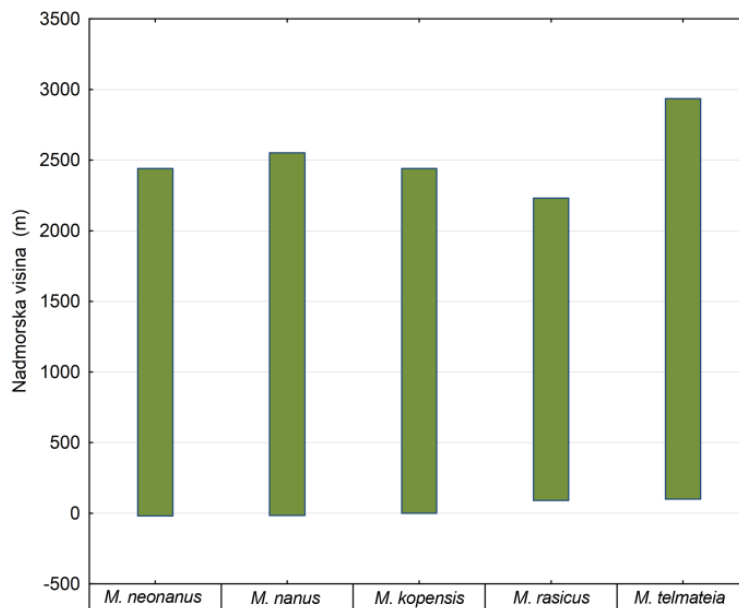
Slika 78. Analiza klimatskih parametara vrsta *Merodon nanus* grupe. A) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC1 i PC2 osom. B) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC2 i PC3 osom.

Opseg nadmorske visine vrsta *M. nanus* grupe iznosi od nivoa mora do približno 2.900 m (Slika 79). Staništa na nadmorskim visinama do 1.500 m su uglavnom vezana za ostrva i priobalne regione, dok su staništa na nadmorskim visinama od 2.000 m i više vezana za planinske regione istočne Turske.

Rezultati ove analize su objavljeni u radu Vujić i sar., 2015.

Tabela 79. Vrednosti standardne devijacije aritmetičke sredine vrednosti faktora kao pokazatelj adaptabilnosti vrsta *Merodon nanus* grupe na faktore korelisane sa PC osama.

	PC1	PC2	PC3
<i>M. neonus</i>	0,671722	0,929983	0,393700
<i>M. nanus</i>	1,053819	0,676090	0,297190
<i>M. kopi</i>	0,752432	1,105129	0,622029
<i>M. rasi</i>	1,459811	0,793140	2,572068
<i>M. telmateia</i>	0,665897	1,103143	0,732838



Slika 79. Prikaz raspona nadmorskih visina na kojima su zabeležene vrste *Merodon nanus* grupe.

4.2.3 ANALIZA UTICAJA GEOGRAFSKE DISTRIBUCIJE I KLIMATSKIH FAKTORA NA PROMENE OBLIKA KRILA VRSTA IZ *MERODON NANUS* GRUPE

Mantel testom nije utvrđena signifikantna korelacija između morfolometrijskih parametara i geografske distribucije vrsta ($r=-0,07886$, $p=0,84340$). Takođe, nije utvrđen statistički značajan uticaj klimatskih parametara na razlike u obliku krila između vrsta ($r=-0,40662$, $p=0,23990$).

4.3 MERODON AVIDUS KOMPLEKS

4.3.1 ANALIZA OBLIKA KRILA *MERODON AVIDUS* KOMPLEKSA

Analiza glavnih komponenti primenjena na varijable oblika krila izdvojila je šest glavnih komponenti čija je sopstvena vrednost veća od jedan (Tabela 80). Svih šest PC osa su povezane sa varijabilnošću oblika krila između analiziranih vrsta (ANOVA, Tabela 80).

Tabela 80. Rezultati analize glavnih komponenti i analize varijanse parametara oblika krila *Merodon avidus* kompleksa. Statistički značajne razlike su boldirane.

PC osa	PCA			ANOVA	
	Sopstvena vrednost	Varijabilnost %	Kumulativna varijabilnost %	F	p
PC1	3,49	19	19	126,674918	0,00000
PC2	2,44	14	33	8,603118	0,000015
PC3	1,90	11	44	3,496862	0,015603
PC4	1,43	8	52	8,793289	0,000011
PC5	1,20	7	59	26,33985	0,000000
PC6	1,03	6	65	34,45869	0,000000

Diskriminantna analiza je razdvojila vrste na osnovu varijabli oblika krila sa visoko signifikantnim rezultatima (Tabela 81). Jedinke su klasifikovane u *a priori* definisane grupe sa ukupnim uspehom od 90%. Sve jedinke vrste *M. megavidus* su korektno klasifikovane, dok je najmanji procenat korektno klasifikacije 78% za vrstu *M. ibericus*.

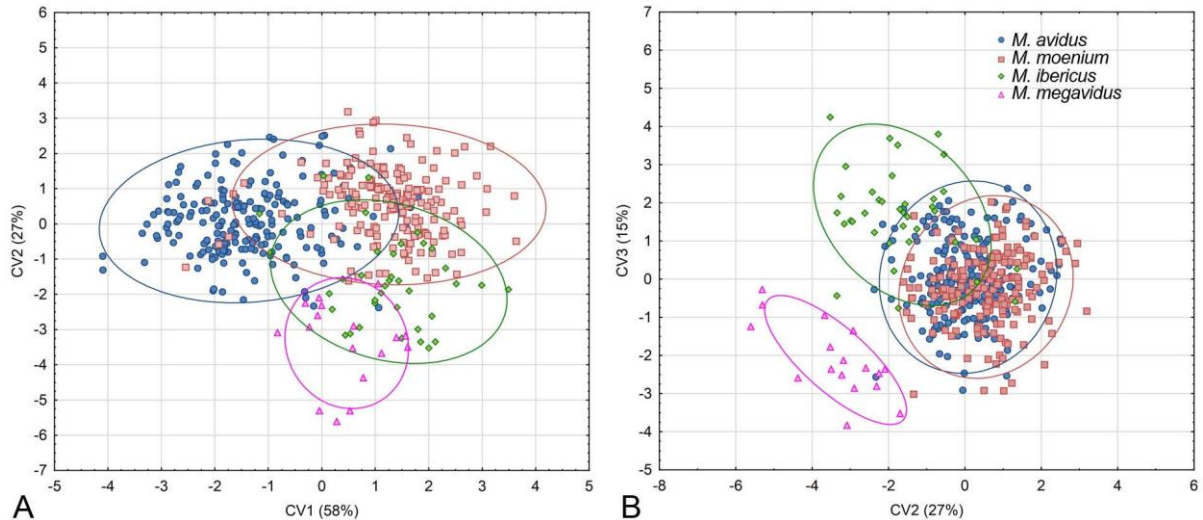
Tabela 81. Statistička značajnost razlike u obliku krila *Merodon avidus* kompleksa. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; df=18,423.

	<i>M. avidus</i>	<i>M. moenium</i>	<i>M. ibericus</i>	<i>M. megavidus</i>
<i>M. avidus</i>		37,02431	20,93150	16,86845
<i>M. moenium</i>	0,00000		13,77163	16,45269
<i>M. ibericus</i>	0,00000	0,00000		11,29696
<i>M. megavidus</i>	0,00000	0,00000	0,00000	

Kanonijska analiza je izdvojila je tri ose koje sumiraju varijabilnost oblika krila između vrsta (Tabela 82). CV1 nosi 58% od ukupne varijabilnosti oblika krila i delimično razdvaja *M. avidus* od *M. moenium* i *M. ibericus* (Slika 80A). CV2 delimično razdvaja *M. avidus* i *M. moenium* od *M. ibericus* i *M. megavidus* (Slika 80). *Merodon megavidus* i *M. ibericus* se jasno razdvajaju na osnovu CV3 ose (Slika 80B).

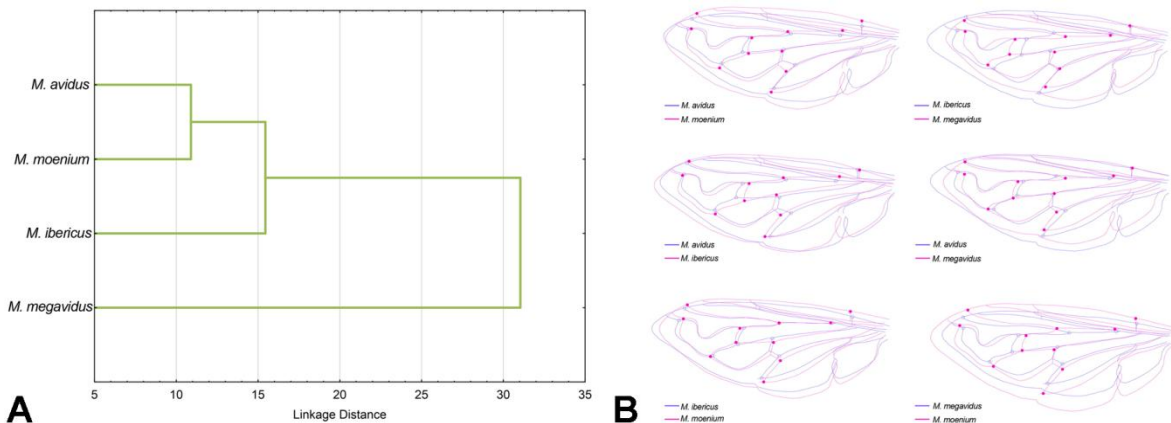
Tabela 82. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika krila *Merodon avidus* kompleksa.

Kanonijska osa	Sopstvena vrednost	Koeficijent kanonijske korelacije	Wilks' Lambda	Hi-kvadrat	df	p	Varijabilnost %
CV1	1,691148	0,792724	0,146726	819,4925	54	0,000000	58
CV2	0,940132	0,696111	0,394862	396,7762	34	0,000000	27
CV3	0,305339	0,483648	0,766085	113,7795	16	0,000000	15



Slika 80. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila *Merodon avidus* kompleksa. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV2 i CV3 osom.

UPGMA fenogram konstruisan na osnovu kvadrata Mahalanobisovih distanci prikazuje da *M. avidus* i *M. moenium* imaju najslićniji oblik krila i formiraju zaseban klaster sa vrstom *M. ibericus*, dok se *M. megavidus* najviše razlikuje po obliku krila (Slika 81A). Razlike u obliku krila su grafički prikazane na slici 81B. Vrsta *Merodon ibericus* ima najizduženija krila, a najveća razlika u obliku je izražena između *M. megavidus* i para *M. avidus* i *M. moenium*. Rezultati analize oblika krila su objavljeni u radu Ačanski i sar., 2016a.

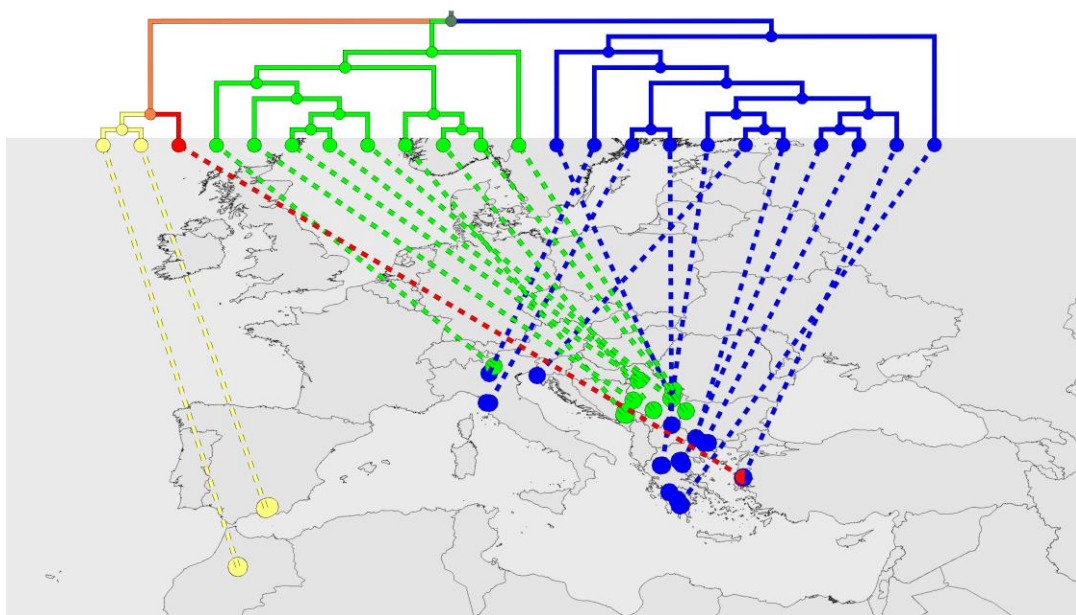


Slika 81. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika krila *Merodon avidus* kompleksa. A) UPGMA fenogram konstruisan na osnovu kvadrata Mahalanobisovih distanci oslikava sličnost oblika krila. B) Razlike u obliku krila između parova vrsta (uvećane pet puta).

4.3.1.1 Analiza varijabilnosti oblika krila populacija *Merodon avidus* kompleksa

Geo-fenogram konstruisan na osnovu kvadrata Mahalanobisovih distanci populacija *Merodon avidus* kompleksa pokazuje da su sve analizirane populacije grupisane u vrsti pripadajući klaster (Slika 82). Sličnost između vrsta se poklapa sa prethodnim rezultatima (Slika 81A), te *M. avidus* i *M. moenium* pokazuju veću sličnost i formiraju klaster, dok najrazličitiji oblik krila ima vrsta *M. megavidus*.

Ovi rezultati su publikovani u radu Ačanski i sar., 2016a.



Slika 82. Prikaz distribucije i sličnosti oblika krila (UPGMA fenogram) populacija *Merodon avidus* kompleksa: ● *M. avidus* (Rossi, 1790) ● *M. moenium* Wiedemann, 1822 ● *M. ibericus* Vujić, 2015 ● *M. megavidus* Vujić et Radenković, 2016.

4.3.2 ANALIZA OBLIKA SURSTILA GENITALNOG APARATA MUŽJAKA *MERODON AVIDUS* KOMPLEKSA

Diskriminantna analiza je utvrdila visoku signifikantnost u obliku surstila između svih analiziranih vrsta *M. avidus* kompleksa (Tabela 83). Takođe, sve jedinke vrsta *M. avidus* i *M. megavidus* su korektno klasifikovane (100%), dok su samo dve jedinke *M. moenium* i *M. ibericus* pogrešno klasifikovane (97%). Dodatno, CVA je izdvojila tri kanonijske ose koje opisuju varijabilnost oblika surstila između vrsta (Tabela 84).

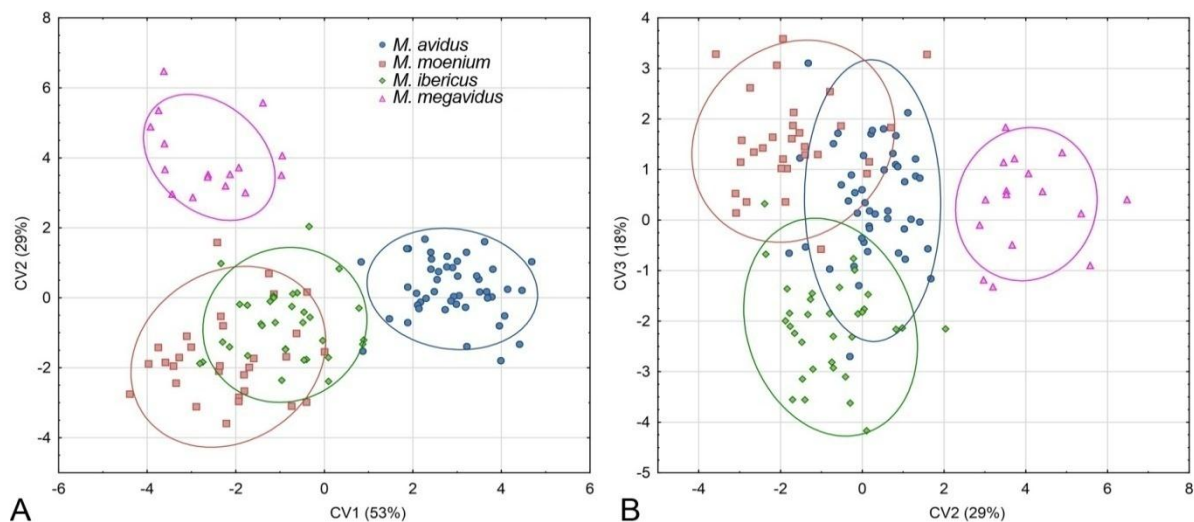
Tabela 83. Statistička značajnost razlike u obliku surstila *Merodon avidus* kompleksa. p vrednosti - ispod dijagonale; F vrednosti - iznad dijagonale; df=16,64.

	<i>M. avidus</i>	<i>M. moenium</i>	<i>M. ibericus</i>	<i>M. megavidus</i>
<i>M. avidus</i>		5,143112	3,811812	4,501787
<i>M. moenium</i>	0,00000		2,282244	3,087376
<i>M. ibericus</i>	0,00000	0,000720		2,931783
<i>M. megavidus</i>	0,00000	0,000008	0,000019	

Prva kanonijska osa jasno razdvaja *M. avidus* od *M. megavidus*, *M. moenium* i *M. ibericus* i opisuje 53% varijacije oblika surstila (Slika 83A). CV2 jasno razdvaja *M. megavidus* od ostalih vrsta i odgovorna je za 25% varijabilnosti, dok CV3 sa 18% varijabilnosti razdvaja *M. moenium* i *M. ibericus* (Slika 83B).

Tabela 84. Statistička značajnost kanonijskih osa parametara oblika surstila *Merodon avidus* kompleksa.

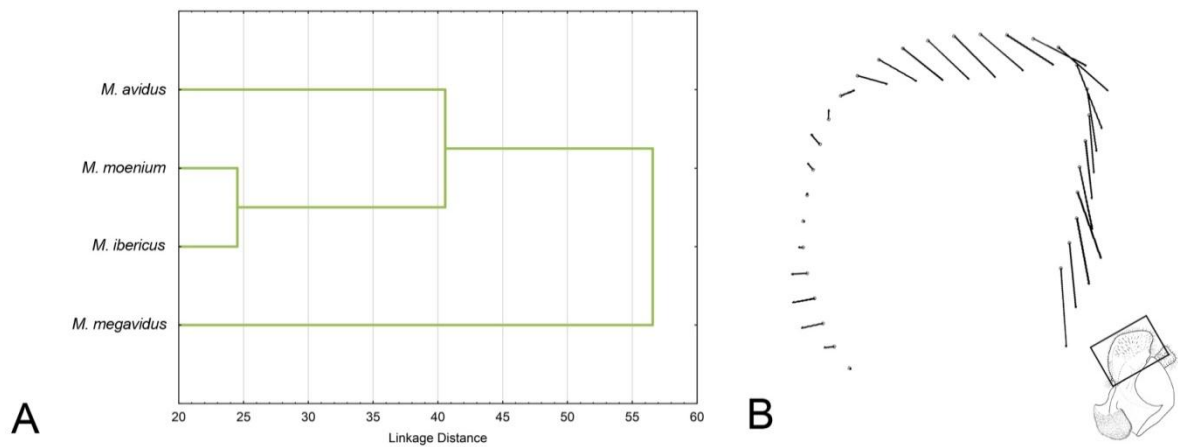
Kanonijska osa	Sopstvena vrednost	Koeficijent kanonijske korelacije	Wilk's Lambda	Hi-kvadrat	df	p	Varijabilnost %
CV1	4,116146	0,896962	0,018079	393,2741	174	0,000000	53
CV2	3,019121	0,866712	0,092495	233,2987	114	0,000000	29
CV3	1,689986	0,792623	0,371749	96,9745	56	0,000562	18



Slika 83. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika surstila *Merodon avidus* kompleksa. A) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV1 i CV2 osom. B) Položaj jedinki u prostoru definisanom CV2 i CV3 osom.

Na osnovu UPGMA fenograma jasno se vidi da *M. megavidus* ima najrazličitiji oblik surstila, dok su surstila vrsta *M. moenium* i *M. ibericus* najsličniji po obliku (Slika 84A). Posmatrajući sve četiri vrste, najveća razlika u građi nalazi se u obliku posteriorne margine posteriornog dela surstila (Slika 84B).

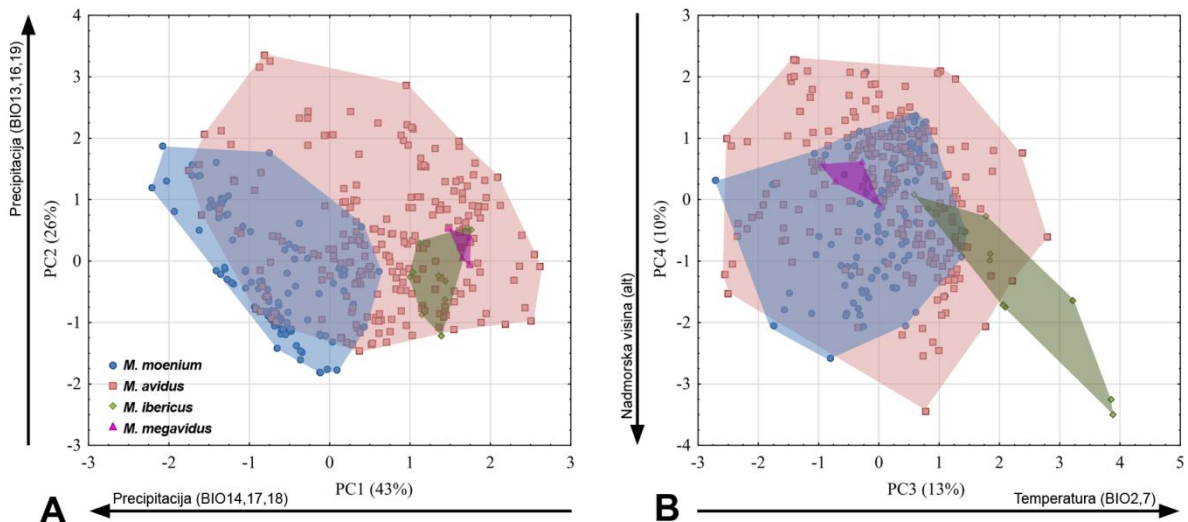
Rezultati analize oblika genitalnog aparata mužjaka su objavljeni u radu Ačanski i sar., 2016a.



Slika 84. Geometrijsko-morfometrijska analiza oblika surstila *Merodon avidus* kompleksa. A) UPGMA fenogram konstruisan na osnovu kvadrata Mahalanobisovih distanci oslikava sličnost oblika krila. B) Razlike u obliku surstila između vrsta.

4.3.3 ANALIZA KLIMATSKIH PROFILA VRSTA *MERODON AVIDUS* KOMPLEKSA

Iz uzorka klimatskih i orografskih varijabli sa 466 različitih lokaliteta PCA je i izdvojila četiri glavne komponente sa sopstvenom vrednosti većom od jedan koje sumarizuju klimatske varijacije između jedinki (Tabela 85). ANOVA je utvrdila da sve četiri PC opisuju razliku u sredinskim faktorima između vrsta (Tabela 85). Najveći deo razlike u sredinskim faktorima između vrsta vezan je za količinu padavina i objašnjava 69% varijabilnosti (PC1 i PC2). PC1 sa 43% varijabilnosti ukazuje na razliku u količini padavina u najtoplijem i najsuvljem kvartalu i najsuvljem mesecu, dok PC2 sa 26% od ukupne detektovane varijabilnosti, objašnjava razlike u količini padavina u najvlažnijem i najhladnijem kvartalu i najvlažnijem mesecu (Tabela 85). Temperatura je odgovorna za manji deo razlike u ekološkim nišama vrsta (13%) i korelisana je sa dnevnim i godišnjim opsegom temperature (PC3). Razlike u nadmorskoj visini vrsta nose 10% od ukupne varijabilnosti (PC4).



Slika 85. Analiza klimatskih parametara vrsta *Merodon avidus* kompleksa. A) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC1 i PC2 osom. B) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC3 i PC4 osom.

Fisher LSD test je pokazao signifikantnu razliku između svih vrsta kada je u pitanju količina padavina u najtoplijem i najsuvljem kvartalu (PC1), i za sve parove vrsta osim *M. moenium*-*M. ibericus*, *M. avidus*-*M. megavidus* za vrednosti količine padavina u najvlažnijem kvartalu (PC2). Sve vrste osim *M. avidus*-*M. megavidus* se značajno razlikuju u sredinskim faktorima korelisanim sa PC3 i jasno ukazuje na razike između *M. ibericus* i *M. moenium* koji nastanjuje područja sa većim dnevnim i godišnjim opsegom temperature. PC4 koji je negativno korelisana sa nadmorskom visinom se statistički značajno razlikuje za sve parove vrsta osim *M. avidus*-*M. megavidus* i *M. moenium*-*M. megavidus*.

Na plotu su prikazane ekološke niše vrsta po četiri izdvojene PC ose (Slika 85). PC1 i PC2 ukazuju da mediteranske vrste *M. ibericus* i *M. megavidus* preferiraju suvlja staništa u odnosu na *M. moenium*. PC3 ukazuje na različite ekološke valence vrsta *M. ibericus* i *M. megavidus* na dnevne i godišnje fluktuacije temperature (Slika 85B). Na osnovu vrednosti standardne devijacije, *M. megavidus* ima najmanju adaptibilnost na variranje temperaturnih vrednosti, za razliku od *M. avidus* i *M. ibericus* (Tabela 86). *Merodon avidus* ima najširu ekološku valencu za sve 4PC ose.

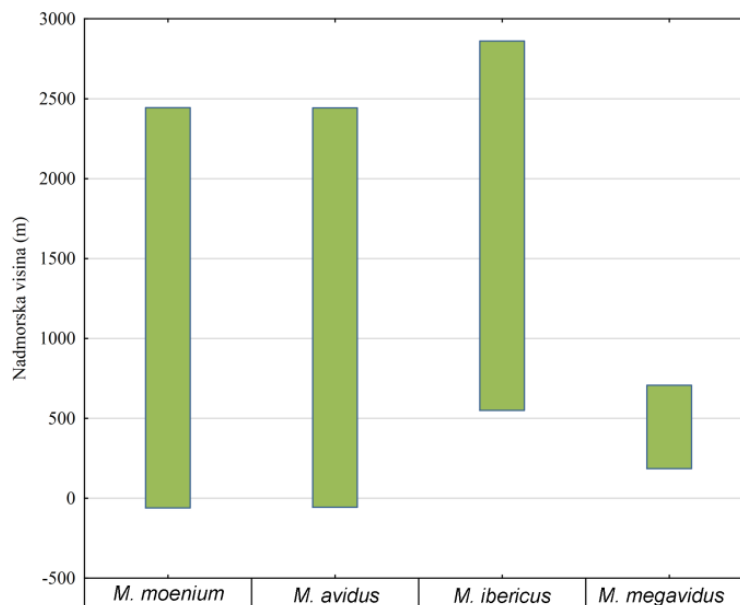
Tabela 85. Rezultati analize glavnih komponenti bioklimatskih i orografskih varijabli *Merodon avidus* kompleksa. Vrednost faktorskog opterećenja veća od $\pm 0,8$ i statistički značajne razlike su boldirane.

Varijable	Faktorsko opterećenje			
	PC1	PC2	PC3	PC4
alt	-0,14	0,09	-0,08	-0,95
BIO1	0,68	0,17	0,09	0,69
BIO2	0,07	-0,09	0,99	0,06
BIO3	0,32	0,22	0,84	0,02
BIO4	-0,43	-0,56	0,51	0,271
BIO5	0,58	0,02	0,47	0,64
BIO6	0,74	0,30	-0,26	0,52
BIO7	-0,21	-0,35	0,89	0,14
BIO8	-0,20	-0,52	0,04	0,69
BIO9	0,71	0,48	0,04	-0,05
BIO10	0,62	0,06	0,19	0,74
BIO11	0,77	0,31	-0,08	0,53
BIO12	-0,44	0,87	-0,10	-0,10
BIO13	0,11	0,95	-0,05	0,08
BIO14	-0,94	0,12	-0,03	-0,13
BIO15	0,85	0,31	-0,01	0,12
BIO16	0,08	0,96	-0,07	0,04
BIO17	-0,91	0,21	-0,09	-0,15
BIO18	-0,97	-0,07	-0,08	-0,03
BIO19	0,28	0,93	0,01	-0,08
Sopstvena vrednost	8,58	5,26	2,57	1,97
Varijabilnost %	43	26	13	10
Kumulativni %	43	69	82	92
ANOVA p	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
ANOVA F	578,1905	24,96910	123,1885	48,74635

Opseg nadmorske visine vrsta *M. avidus* kompleksa iznosi od nivoa mora do približno 3.000 m (Slika 86). Najmanji opseg nadmorske visine ima ostrvski takson *M. megavidus*. Rezultati analize sredinskih niša vrsta *M. avidus* i *M. moenium* su publikovani u radu Popović i sar., 2015.

Tabela 86. Vrednosti standardne devijacije aritmetičke sredine vrednosti faktora kao pokazatelj adaptabilnosti vrsta *Merodon avidus* kompleksa na faktore korelisane sa PC osama.

	PC1	PC2	PC3	PC4
<i>M. moenium</i>	0,511393	0,874332	0,616773	0,980600
<i>M. avidus</i>	0,897350	1,086706	1,110391	0,989604
<i>M. ibericus</i>	0,187014	0,508758	0,797959	0,623053
<i>M. megavidus</i>	0,092367	0,240822	0,385733	0,236812



Slika 86. Prikaz raspona nadmorskih visina na kojima su zabeležene vrste *Merodon avidus* kompleksa.

4.3.4 ANALIZA UTICAJA GEOGRAFSKE DISTRIBUCIJE I KLIMATSKIH FAKTORA NA PROMENE OBLIKA KRILA I SURSTILA VRSTA *MERODON AVIDUS* KOMPLEKSA

Analizirajući uticaj geografske udaljenosti na razlike u ispitivanim morfometrijskim karakteristikama vrsta Mantel test je utvrdio nesignifikantnu korelaciju između geografske distribucije i oblika krila ($r=0,26096$, $p=0,79760$) i surstila ($r=0,02248$, $p=0,96160$). Uticaj klimatskih parametara na promene oblika krila ($r=-0,36503$, $p=0,60620$) i surstila ($r=-0,56284$, $p=0,32500$) je nesignifikantan.

4.4 MERODON RUFICORNIS GRUPA

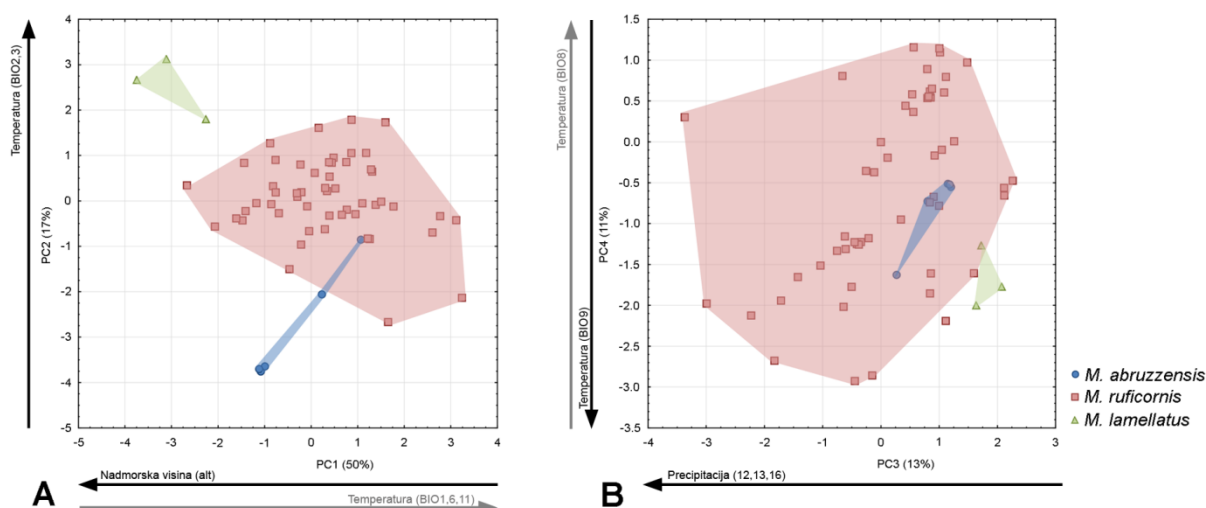
4.4.1 ANALIZA KLIMATSKIH PROFILA VRSTA *MERODON RUFICORNIS* GRUPE

Rezultati analiza klimatskih profila vrsta unutar klastera morfološki blisko srodnih vrsta su objavljeni u radu Ačanski i sar., 2015b.

4.4.1.1 Prvi klaster morfološki blisko srodnih vrsta *Merodon ruficornis* grupe

Prvi klaster morfološki blisko srodnih vrsta se sastoji od široko raprostranjene vrste *M. ruficornis* i dva endema, *M. abruzzensis* (Abruzo, Italija) i *M. lamellatus* (istočna Turska) (Prilog 4A). Analizirajući klimatske i orografske karakteristike jedinki ove tri vrste PCA je izdvojila pet osa, od kojih je svaka povezana sa razlikama klimatskih profila između vrsta (ANOVA, Tabela 87). PC1 i PC2 ukazuju na značajne razlike klimatskih profila svih parova vrsta. Dodatno, endemske vrste se razlikuju od *M. ruficornis* u osama PC3 i PC4, dok se klimatski profil turske vrste *M. lamellatus* razlikuje od evropskih po PC5 osi (Fisher LSD test).

PC1, PC2 i PC4 su korelisane sa temperaturnim varijablama, a PC3 i PC5 sa vrednostima količine padavina. Prva klimatska osa opisuje gradijent temperature najhladnijeg kvartala i meseca, i nadmorske visine, dok PC4 opisuje razlike u vrednostima temperature najsuvljeg i najvlažnijeg kvartala (Tabela 87). PC2 je pozitivno korelisana sa varijablama koje opisuju temperaturne fluktuacije i objašnjava 17% od ukupne varijabilnosti. PC3 je negativno korelisana sa količinom padavina najvlažnijeg kvartala i meseca, a PC5 oslikava sezonsku varijaciju padavina.



Slika 87. Analiza klimatskih parametara prvog klastera *Merodon ruficornis* grupe. A) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC1 i PC2 osom. B) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC3 i PC4 osom.

Tabela 87. Rezultati analize glavnih komponenti bioklimatskih i orografskih varijabli prvog klastera *Merodon ruficornis* grupe. Vrednost faktorskog opterećenja veća od $\pm 0,8$ i statistički značajne razlike su boldirane.

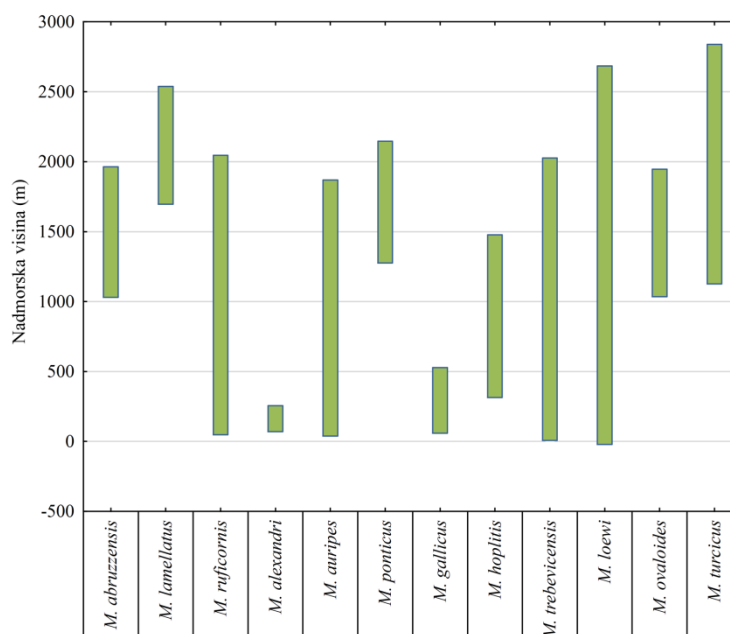
Varijable	Faktorsko opterećenje				
	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
alt	-0,82	-0,23	-0,11	-0,47	-0,08
BIO1	0,89	0,25	0,30	0,05	0,20
BIO2	0,15	0,88	0,18	0,05	0,39
BIO3	0,28	0,84	0,11	-0,29	-0,18
BIO4	0,02	0,35	0,15	0,54	0,69
BIO5	0,69	0,46	0,31	0,12	0,43
BIO6	0,91	-0,14	0,26	-0,21	-0,19
BIO7	0,04	0,65	0,14	0,32	0,66
BIO8	0,40	0,14	0,07	0,81	0,22
BIO9	0,26	0,27	0,02	-0,84	0,11
BIO10	0,80	0,29	0,30	0,17	0,37
BIO11	0,93	0,08	0,27	-0,20	-0,05
BIO12	-0,27	-0,12	-0,89	0,00	-0,30
BIO13	-0,25	-0,17	-0,94	-0,04	0,01
BIO14	-0,31	-0,09	-0,67	0,03	-0,63
BIO15	-0,00	0,02	0,18	-0,11	0,94
BIO16	-0,25	-0,15	-0,95	-0,03	-0,01
BIO17	-0,25	-0,07	-0,71	-0,05	-0,63
BIO18	-0,18	-0,08	-0,75	0,56	-0,20
BIO19	-0,18	0,04	-0,74	-0,47	-0,39
Sopstvena vrednost	10,023	3,32775	2,63231	2,10510	1,10844
Varijabilnost %	50	17	13	11	6
Kumulativni %	50	67	80	91	97
ANOVA p	0,000000	0,000000	0,000004	0,000125	0,000000
ANOVA F	30,94494	147,3894	13,22295	9,40324	31,20107

Položaj vrsta prvog klastera *M. ruficornis* grupe u ekološkom prostoru je ilustrovan na slici 87. U odnosu na položaj PC1 i PC2 osa, *M. lamellatus* nastanjuje staništa na većim nadmorskim visinama, nižim temperaturama i većim temperaturnim fluktuacijama (Slika 87A). Vrste *M. lamellatus* i *M. abruzzensis* za razliku od *M. ruficornis*, zauzimaju mali deo sredinskog prostora opisanog PC osama (Slika 87), što ukazuje na usku ekološku valencu za većinu varijabli korelisanih sa PC faktorima (Tabela 88).

Tabela 88. Vrednosti standardne devijacije aritmetičke sredine vrednosti faktora kao pokazatelj adaptabilnosti vrsta prvog klastera *Merodon ruficornis* grupe na faktore korelisane sa PC osama.

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
<i>M. abruzzensis</i>	0,794891	1,039672	0,315505	0,364168	0,047249
<i>M. ruficornis</i>	0,884556	0,618701	0,969179	0,984651	0,902070
<i>M. lamellatus</i>	0,704988	0,554763	0,209452	0,345581	0,306106

Opseg nadmorske visine vrsta prvog klastera *Merodon ruficornis* grupe iznosi od nivoa mora do približno 2.500 m (Slika 88). Endemske vrste imaju manji opseg nadmorske visine i vezane su za planinska staništa, od 1.000 do 2.000 m za *M. abruzzensis* i od 1.600 do 2.500 m za *M. lamellatus* (Slika 88).

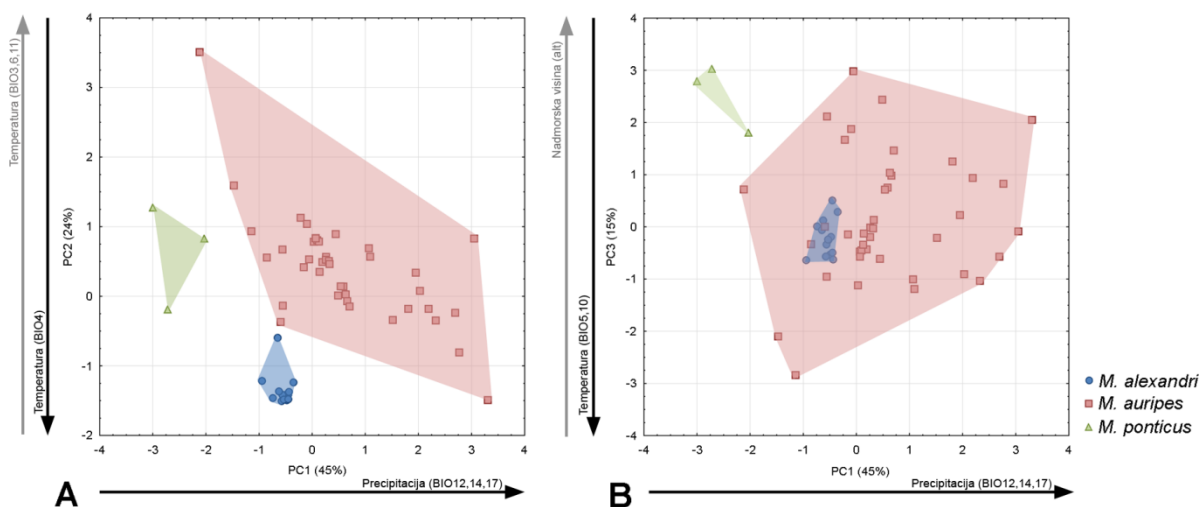


Slika 88. Prikaz raspona nadmorskih visina na kojima su zabeležene vrste prvog klastera *Merodon ruficornis* grupe.

4.4.1.2 Drugi klaster morfološki blisko srodnih vrsta *Merodon ruficornis* grupe

Drugi klaster morfološki srodnih vrsta iz *M. ruficornis* grupe se sastoji od široko rasprostranjene vrste *M. auripes* i dve endema, *M. alexandri* (ukrajinske i ruske stepe) i *M. ponticus* (Kavkaz) (Prilog 4B).

Iz uzorka od 143 jedinki PCA je izdvojila četiri glavne komponente od kojih prve tri ilustruju razlike u klimatskim parametrima između vrsta (Tabela 89, ANOVA). PC1 sa 45% od ukupne varijabilnosti opisuje razlike u vrednostima godišnje količine padavina i količine padavina najsuvljeg kvartala i meseca (Tabela 89). PC2 i PC3 zajedno objašnjavaju 39% varijabilnosti i korelisane su sa temperaturnim varijablama i nadmorskom visinom. PC2 je korelisana sa temperaturnim varijacijama i vrednosti temperature u najhladnijem kvartalu i mesecu, dok je PC3 pozitivno korelisana sa nadmorskom visinom i negativno korelisana sa maksimalnom temperaturom najtoplijeg kvartala i meseca (Tabela 89).



Slika 89. Analiza klimatskih parametara drugih klastera *Merodon ruficornis* grupe. A) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC1 i PC2 osom. B) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC1 i PC3 osom.

Klimatski profili sve tri vrste se razlikuju u faktorima korelisanim sa PC1 osom (Fisher LSD test), dok PC2 odvaja *M. alexandri* od *M. ponticus* i *M. auripes*, a PC3 *M. ponticus* od *M. auripes* i *M. alexandri*. *Merodon ponticus* u odnosu na *M. alexandri* naseljava vlažnija staništa, na većim nadmorskim visinama i većim vrednostima temperature (Slika 89). Vrsta *M. auripes*, kao široko rasprostranjena, zauzima veći deo sredinskog prostora opisanog sa PC osama (Slika 89).

Tabela 89. Rezultati analize glavnih komponenti bioklimatskih i orografskih varijabli drugog klastera *Merodon ruficornis* grupe. Vrednost faktorskog opterećenja veća od $\pm 0,8$ i statistički značajne razlike su boldirane.

Varijable	Faktorsko opterećenje			
	PC1	PC2	PC3	PC4
alt	0,08	0,20	0,81	0,46
BIO1	0,02	0,67	-0,73	0,06
BIO2	-0,17	0,68	-0,06	0,17
BIO3	0,24	0,89	0,11	0,22
BIO4	-0,43	-0,82	-0,22	-0,23
BIO5	-0,37	0,20	-0,87	0,00
BIO6	0,31	0,85	-0,32	0,15
BIO7	-0,53	-0,72	-0,21	-0,15
BIO8	-0,13	-0,28	-0,31	-0,86
BIO9	-0,10	0,38	-0,08	0,87
BIO10	-0,35	-0,01	-0,91	-0,08
BIO11	0,24	0,87	-0,33	0,21
BIO12	0,83	0,27	0,33	0,28
BIO13	0,68	0,50	0,39	0,19
BIO14	0,97	0,09	0,12	-0,04
BIO15	-0,51	0,67	0,35	0,08
BIO16	0,66	0,48	0,43	0,24
BIO17	0,98	0,02	0,12	0,08
BIO18	0,76	0,11	0,11	-0,59
BIO19	0,51	0,21	0,27	0,69
Sopstvena vrednost	9,0891	4,7356	2,981	1,348
Varijabilnost %	45	24	15	7
Kumulativni %	45	69	84	91
ANOVA p	0,000000	0,000000	0,000000	0,781531
ANOVA F	38,77801	222,2665	16,84435	0,246920

Vrednosti standardne devijacije za svaki PC faktor ukazuju da *M. alexandri* ima veoma usku adaptibilnost na promene abiotičkih faktora korelisanih sa sve tri PC ose (Tabela 90). Takođe, ova vrsta naseljava veoma uzan raspon nadmorskih visina, za razliku od *M. auripes* čiji opseg iznosi od 0 do 1.900 m. *Merodon ponticus* kao visokoplaninska vrsta naseljava staništa od 1.200 do 2.200 m (Slika 88).

Tabela 90. Vrednosti standardne devijacije aritmetičke sredine vrednosti faktora kao pokazatelj adaptabilnosti vrsta drugog klastera *Merodon ruficornis* grupe na faktore korelisane sa PC osama.

	PC1	PC2	PC3
<i>M.alexandri</i>	0,141479	0,157817	0,284732
<i>M. auripes</i>	0,960649	0,577461	1,060137
<i>M. ponticus</i>	0,464416	0,541137	0,609720

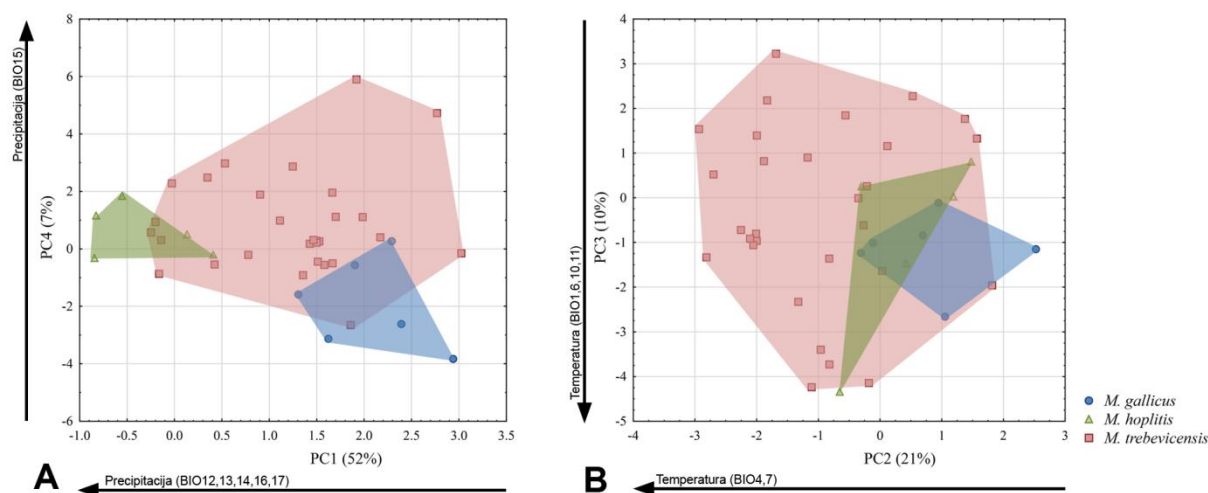
4.4.1.3 Treći klaster morfološki blisko srodnih vrsta *Merodon ruficornis* grupe

Klaster tri čine tri morfološki srodne vrste, široko rasprostranjene *M. trebevicensis* i dve geografski izolovane vrste *M. gallicus* i *M. hoplitis* (Prilog 4C). Analizirajući klimatske karakteristike jedinki ove tri vrste, PCA je izdvojila četiri ose koje opisuju razliku u klimatskim profilima između njih (ANOVA, Tabela 91). PC1 i PC4 su korelisane sa vrednostima precipitacije, dok su PC2 i PC3 korelisane sa temperaturnim varijablama (Tabela 91).

Tabela 91. Rezultati analize glavnih komponenti bioklimatskih i orografskih varijabli trećeg klastera *Merodon ruficornis* grupe. Vrednost faktorskog opterećenja veća od $\pm 0,8$ i statistički značajne razlike su boldirane.

Varijable	Faktorsko opterećenje			
	PC1	PC2	PC3	PC4
alt	-0,28	0,63	0,56	0,34
BIO1	0,32	-0,21	-0,92	0,01
BIO2	0,66	-0,45	-0,17	0,29
BIO3	0,68	0,29	-0,26	0,24
BIO4	0,17	-0,94	0,14	0,02
BIO5	0,33	-0,53	-0,77	0,08
BIO6	0,06	0,31	-0,93	-0,06
BIO7	0,31	-0,88	0,01	0,15
BIO8	0,61	-0,57	-0,08	0,09
BIO9	-0,65	0,45	-0,36	0,15
BIO10	0,32	-0,46	-0,83	0,03
BIO11	0,22	0,22	-0,93	0,05
BIO12	-0,86	0,35	0,30	0,05
BIO13	-0,85	0,33	0,28	0,23
BIO14	-0,84	0,04	0,41	-0,33
BIO15	0,07	-0,07	-0,01	0,93
BIO16	-0,88	0,25	0,33	0,17
BIO17	-0,88	0,12	0,34	-0,27
BIO18	-0,35	-0,45	0,58	-0,12
BIO19	-0,76	0,60	0,15	0,15
Sopstvena vrednost	10,41568	4,15024	2,00368	1,333417
Varijabilnost %	52	21	10	7
Kumulativni %	52	73	83	90
ANOVA p	0,000000	0,000000	0,000071	0,000000
ANOVA F	271,5622	72,77838	9,91236	72,10094

PC1 je negativno korelisana sa godišnjom količinom padavina, i količinom padavina najvlažnijeg i najsuvljeg kvartala i najsuvljeg meseca. PC4 je pozitivno korelisana sa sezonskom fluktuacijom padavina. PC2 je negativno korelisana sa varijablama koje oslikavaju sezonsko i godišnje variranje temperature, dok je PC3 negativno korelisana sa vrednostima temperature najhladnijeg kvartala i meseca i godišnje temperature (Tabela 91). Fisher LSD test je utvrdio da se svi parovi vrsta signifikantno razlikuju u sve četiri ose.



Slika 90. Analiza klimatskih parametara trećeg klastera *Merodon ruficornis* grupe. A) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC1 i PC4 osom. B) Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC2 i PC3 osom.

Prema plotu na kom su predstavljene PC ose korelisane sa količinom padavina, *M. hoplitis* nastanjuje staništa sa većom količinom padavina tokom godine, sa akcentom na veću količinu padavina tokom najsuvljeg perioda godine (Slika 90A). Posmatrajući temperaturno korelisane ose, *M. hoplitis* i *M. gallicus* naseljavaju predele sa manjom godišnjom i sezonskom fluktuacijom temperature i većom temperaturom tokom najhladnijeg kvartala u odnosu na *M. trebevicensis* (Slika 90B).

Široko rasprostranjena vrsta *M. trebevicensis* ima najveću adaptibilnost na sve izdvojene PC ose. *Merodon hoplitis* ima relativno usku adaptibilnost na faktore korelisane sa PC1, PC3 i PC4, i relativno veliku adaptibilnost na sezonsku i godišnju varijaciju temperature (PC2). *Merodon gallicus* ima veliku vrednost standardne devijacije za PC4, što ukazuje na veliku adaptibilnost ove vrste na sezonske varijacije padavina (Tabela 92). Opseg nadmorske visine za vrste iz ovog klastera je velik i iznosi od 0 do 2.700 m (Slika 88).

Tabela 92. Vrednosti standardne devijacije aritmetičke sredine vrednosti faktora kao pokazatelj adaptibilnosti vrsta trećeg klastera *Merodon ruficornis* grupe na faktore korelisane sa PC osama.

	PC1	PC2	PC3	PC4
<i>M. gallicus</i>	0,550408	0,856546	0,586320	1,283460
<i>M. hoplitis</i>	0,475323	0,727552	0,401573	0,464739
<i>M. trebevicensis</i>	0,827060	1,019795	1,969326	1,414910

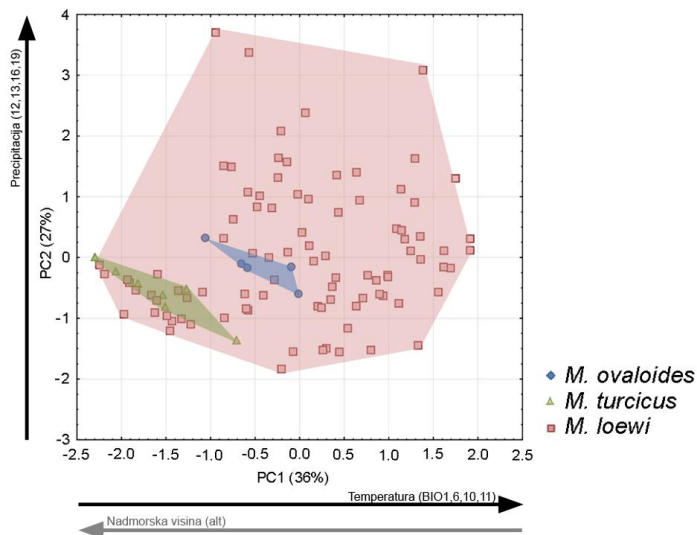
4.4.1.4 Četvrti klaster morfološki blisko srodnih vrsta *Merodon ruficornis* grupe

Iz uzorka 314 jedinki koji obuhvata široko rasprostranjenu vrstu *M. loewi* i dva endema Anadolijskog poluostrva (*M. ovaloides* i *M. turcicus*) (Prilog 4D), PCA je izdvojila četiri glavne komponente (Tabela 93). ANOVA je utvrdila da PC1 ukazuje na promene u klimatskim profilima vrsta, a Fisher LSD test je utvrdio da se *M. loewi* i *M. turcicus* osim u PC1, razlikuju i u PC2 osi. PC1 je negativno korelisana sa nadmorskom visinom i pozitivno korelisana sa temperaturom (srednja godišnja, minimalna temperature najhladnijeg meseca i najhladnijeg i najvlažnijeg kvartala) (Tabela 93). PC2 je pozitivno korelisana sa količinom padavina tokom godine i najhladnijeg i najvlažnijeg kvartala.

Tabela 93. Rezultati analize glavnih komponenti bioklimatskih i orografskih varijabli četvrtog klastera *Merodon ruficornis* grupe. Vrednost faktorskog opterećenja veća od $\pm 0,8$ i statistički značajne razlike su boldirane.

Varijable	Faktorsko opterećenje			
	PC1	PC2	PC3	PC4
alt	-0,93	0,20	0,20	0,15
BIO1	0,97	-0,08	0,21	0,04
BIO2	-0,64	-0,38	0,34	0,36
BIO3	0,06	0,19	0,28	0,84
BIO4	-0,57	-0,58	0,03	-0,51
BIO5	0,78	-0,32	0,41	0,02
BIO6	0,97	0,16	0,11	0,12
BIO7	-0,74	-0,52	0,20	-0,16
BIO8	0,36	-0,54	-0,31	-0,54
BIO9	0,23	0,11	0,66	0,56
BIO10	0,92	-0,21	0,26	-0,07
BIO11	0,96	0,11	0,19	0,17
BIO12	-0,09	0,91	-0,31	0,13
BIO13	-0,07	0,97	0,07	-0,01
BIO14	-0,10	0,09	-0,96	-0,14
BIO15	0,10	0,48	0,84	-0,04
BIO16	-0,07	0,98	0,04	0,05
BIO17	-0,14	0,15	-0,96	-0,06
BIO18	0,02	-0,02	-0,90	-0,36
BIO19	0,16	0,91	0,20	0,26
Sopstvena vrednost	7,281072	5,480821	4,574527	1,141734
Varijabilnost %	36	27	23	6
Kumulativni %	36	63	86	92
ANOVA p	0,000000	0,113428	0,490669	0,781952
ANOVA F	17,93206	2,191893	0,713618	0,246156

U sredinskom prostoru predstavljeno PC1 i PC2 osom, niše *M. ovaloides* i *M. turcicus* predstavljaju podskup niše vrste *M. loewi* (Slika 91). Sredinska niša *M. turcicus* je pozicionirana na granici sredinske niše široko rasprostranjene vrste.



Slika 91. Analiza klimatskih parametara četvrtog klastera *Merodon ruficornis* grupe. Položaj jedinki u sredinskom prostoru definisanom PC1 i PC2 osom.

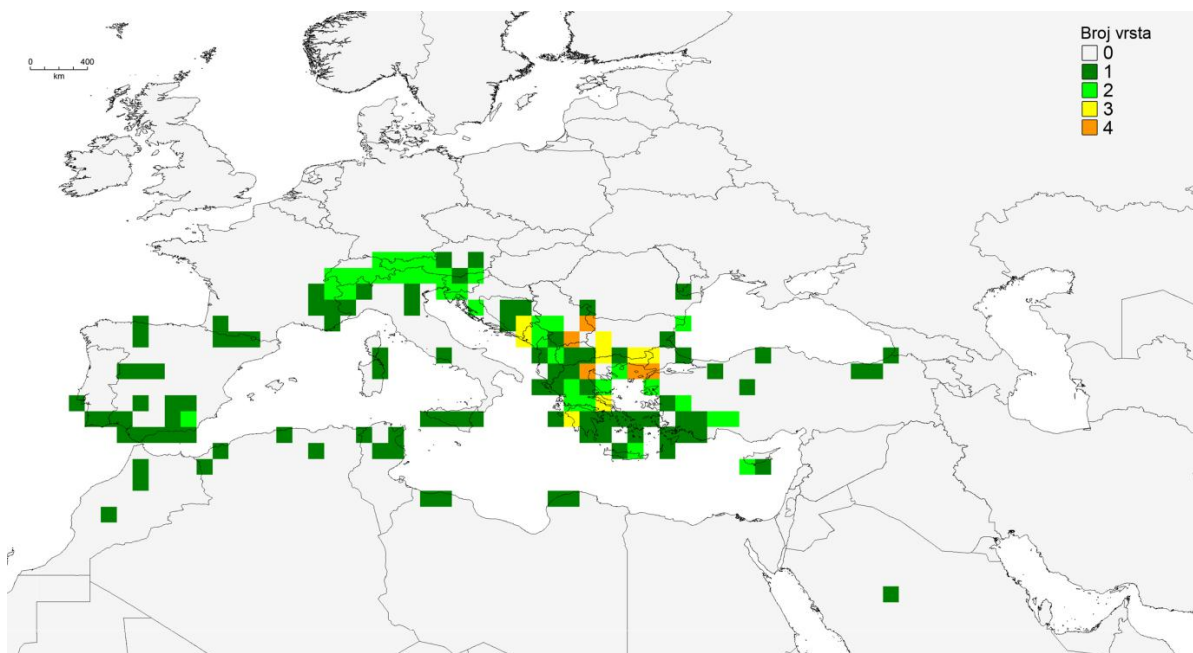
Vrsta *M. ovaloides* ima usku adaptabilnost na faktore korelisane sa PC1 i PC2. *Merodon loewi* ima najveće vrednosti standardne devijacije za oba faktora, dok *M. turcicus* pokazuje relativno veću adaptabilnost na temperaturne promene (Tabela 94). Opseg nadmorskih visina vrsta iz klastera četiri iznosi od 0 do 2.600 m. Anadoljski endemi su vezani za visokoplaninska staništa severoistočne Turske (Slika 88).

Tabela 94. Vrednosti standardne devijacije aritmetičke sredine vrednosti faktora kao pokazatelj adaptabilnosti vrsta četvrtog klastera *Merodon ruficornis* grupe na faktore korelisane sa PC osama.

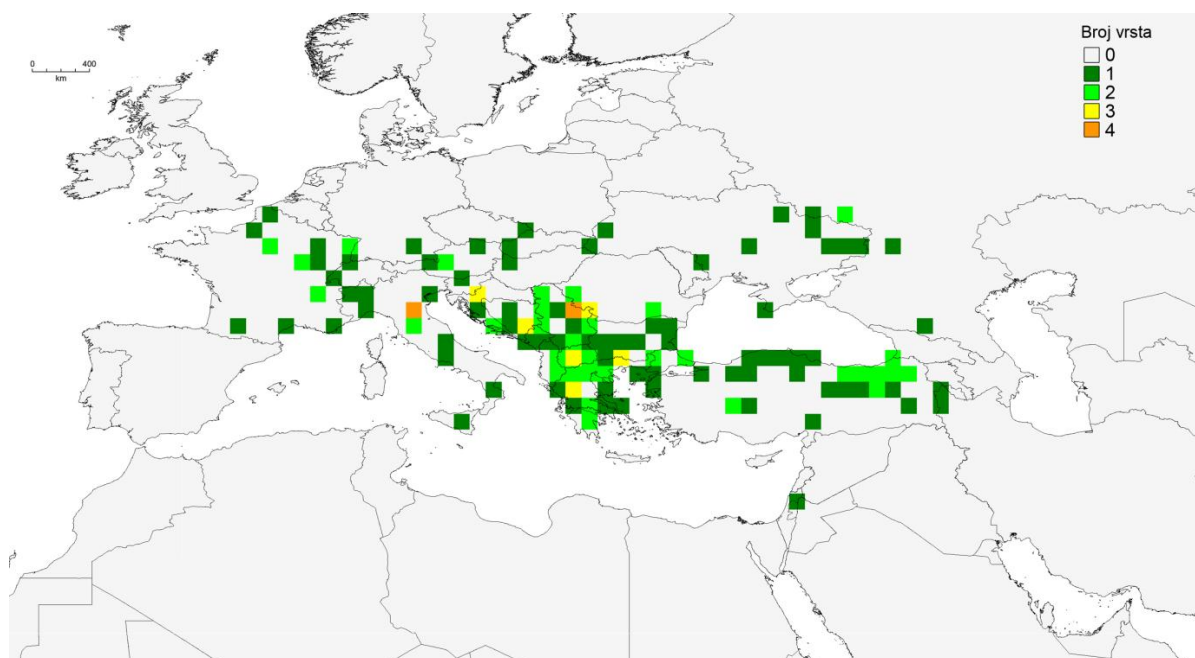
	PC1	PC2
<i>M. ovaloides</i>	0,430911	0,325890
<i>M. turcicus</i>	0,702111	0,384605
<i>M. loewi</i>	0,965255	1,022200

4.5 ANALIZA DISTRIBUCIJE I SPECIJSKOG DIVERZITETA ANALIZIRANIH VRSTA RODA *MERODON*

Bogatstvo vrsta *M. aureus* grupe je prikazano na slici 92. Vrste ove grupe su rasprostranjene duž Mediteranskog basena. S druge strane, na osnovu kvadrata brojnosti vrsta koji pokrivaju površinu od 100x100 km područja sa najvećom taksonomskom raznovrsnosti obuhvataju Balkansko poluostrvo (Slika 92). Balkansko poluostrvo zajedno sa severnim delom Apeninskog poluostrva predstavlja centar biodiverziteta analiziranih vrsta iz *M. ruficornis* grupe (Slika 93). Za vrste iz ove grupe Pirineji predstavljaju fizičku barijeru koja onemogućava širenje njihovog areala na područje Iberijskog poluostrva.

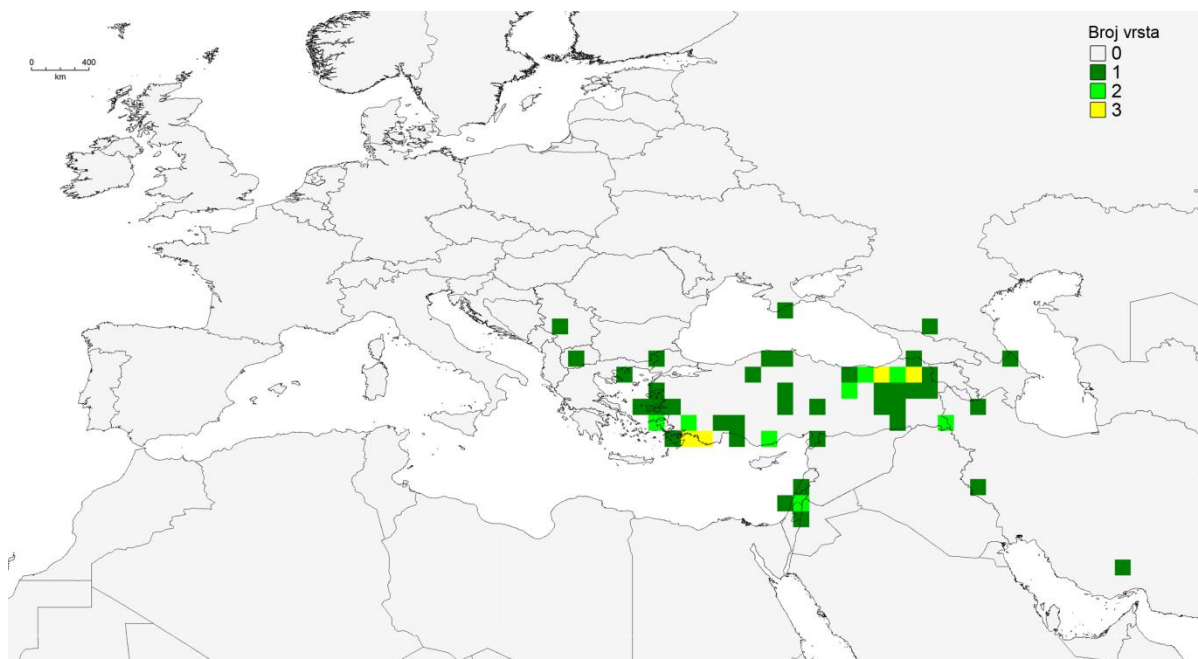


Slika 92. Analiza bogatstva vrsta *Merodon aureus* grupe. Veličina kvadrata 100x100 km.

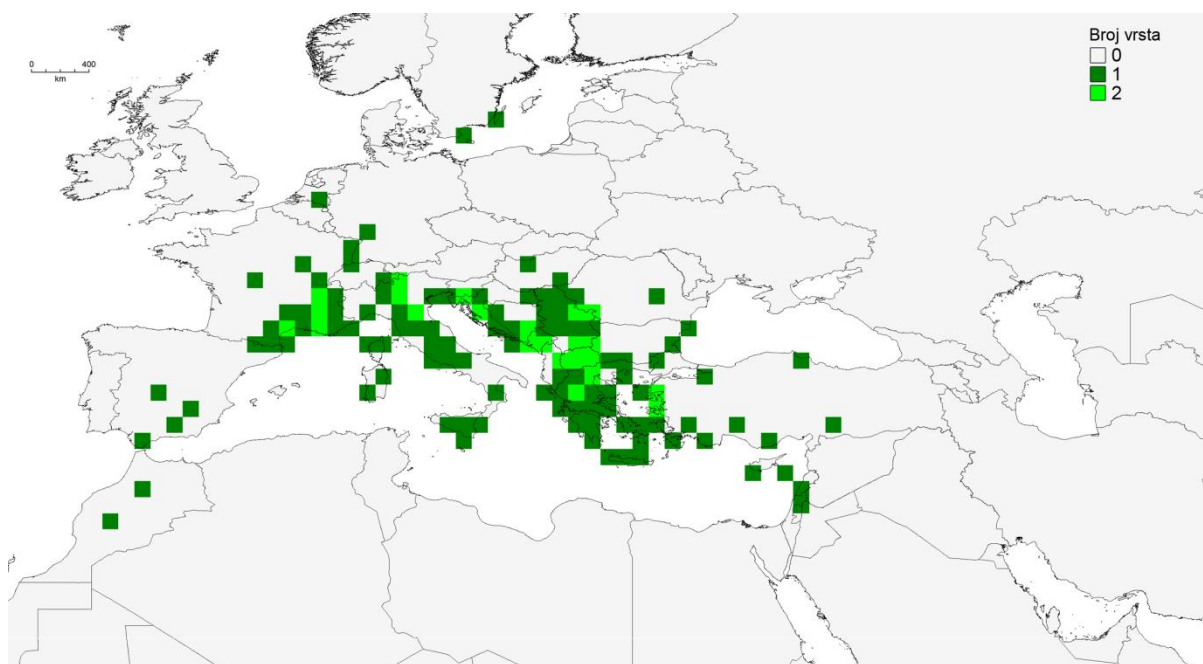


Slika 93. Analiza bogatstva vrsta *Merodon ruficornis* grupe. Veličina kvadrata 100x100 km.

Na osnovu mape bogatstva vrsta za *M. nanus* grupu izdvajaju se dva regiona bogatijeg diverziteta, jugozapadna i severoistočna Turska. Na ovim područjima registrovane su tri vrste (od pet) po kvadratu veličine 100x100 km (Slika 94). Kod *M. avidus* kompleksa se ne izdvajaju područja velike taksonomske raznovrsnosti. Mapa bogatstva prikazuje područja na kojima se distribucije vrsta *M. avidus* i *M. moenium* preklapaju (Slika 95).

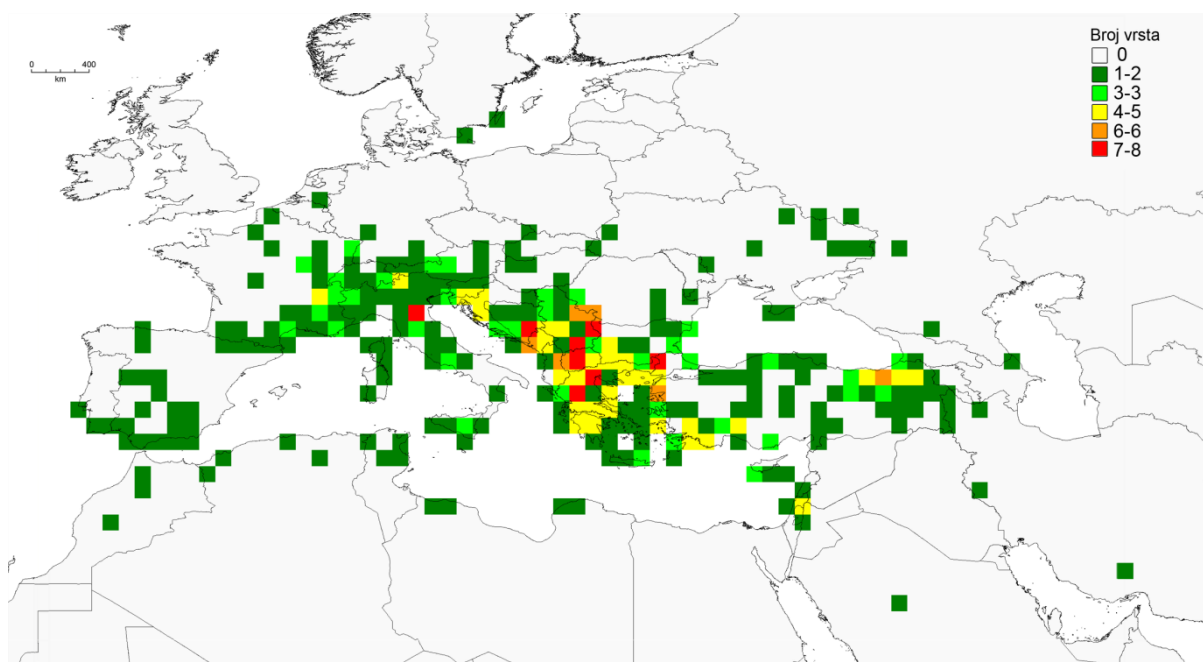


Slika 94. Analiza bogatstva vrsta *Merodon nanus* grupe. Veličina kvadrata 100x100 km.



Slika 95. Analiza bogatstva vrsta *Merodon avidus* kompleksa. Veličina kvadrata 100x100 km.

Ukoliko se posmatra mapa bogatstva vrsta kreirana na osnovu 57 analiziranih vrsta iz roda *Merodon*, Balkansko poluostrvo odlikuje najveći diverzitet sa zabeleženim od šest do osam vrsta po kvadratu (Slika 96). Severni deo Apeninskog poluostrva i severoistočni deo Turske se takođe mogu smatrati relativno bogatim vrstama.



Slika 96. Analiza bogatstva vrsta *Merodon aureus*, *nanus* i *ruficornis* grupa i *M. avidus* kompleksa. Veličina kvadrata 100x100 km.

5. DISKUSIJA

Taksonomija osolikih muva se dugo oslanjala isključivo na morfološke karaktere. Kod taksona poput roda *Merodon*, gde je prisutna intraspecijska varijabilnost i veoma suptilne interspecijske razlike, tradicionalna taksonomija nije uvek u mogućnosti da definiše jasne granice između vrsta. Bez obzira na intenzivna taksonomska istraživanja roda *Merodon*, taksonomski status mnogih palearktičkih vrsta je još uvek nejasan i zahteva reviziju (Marcos-García i sar., 2007; Ståhls i sar., 2009; Popov 2010; Radenković i sar., 2011; Vujić i sar., 2007, 2012, 2013b, 2015). U proteklih 15 godina tradicionalne morfološke analize jedinki su potkrepljene prvo alozimskim, a zatim i molekularnim i geometrijsko-morfometrijskim analizama (Milankov i sar., 2001, 2009; Francuski i sar., 2009; Mengual i sar., 2006; Ståhls i sar., 2009). Ova istraživanja su potvrdila visoku intra- i interspecijsku varijabilnost roda *Merodon*.

Taksone koji pripadaju grupama vrsta (*M. aureus*, *M. nanus* i *M. ruficornis*), kao i *M. avidus* kompleksu, analizirane u ovom radu, karakteriše prisustvo veoma suptilnih morfoloških karakterata, pre svega vezanih za obojenost dlaka na očima, toraksu, nogama i abdomenu, i finu strukturu integumenta na mezonotumu i tergitema abdomena. Takođe, nedostatak razlika u građi genitalnog aparata mužjaka za mnoge taksone dodatno povećava težinu identifikacije.

Usled izuzetne morfološke sličnosti pomenutih grupa vrsta i *M. avidus* kompleksa, korišćene su tri različite metode u cilju utvrđivanja prisustva skrivenih taksona i definisanja granica vrsta. Geometrijsko-morfometrijskom analizom je kvantifikovana inter- i intraspecijska varijabilnost oblika krila i surstila, dok su sredinske niše istraživanih vrsta analizirane i poređene „*Point base*“ metodom.

Geometrijska morfometrija je pokazala da oblik krila doprinosi uspešnom razdvajanju svih analiziranih parova vrsta u ovom radu. Pregledom dobijenih rezultata uočeno je da se svi parovi vrsta razlikuju sa visokom značajnošću na osnovu oblika krila. Takođe, visok stepen korektnosti klasifikacije jedinki u *a priori* definisane grupe potvrđuje hipotezu da su analizirani taksoni nezavisne evolucionarne jedinice. Na osnovu oblika krila, unutar svih istraživanih grupa vrsta prepoznato je 45 nezavisnih evolucionarnih jedinica (*M. aureus* grupa - 36; *M. nanus* grupa -

5, *M. avidus* kompleks - 4). Sve kriptične vrste iz 12 analiziranih kompleksa vrsta su uspešno razdvojene, sa visokim procentom korektne klasifikacije jedinki.

Utvrđeno je, kod svih analiziranih vrsta, da razlike u obliku krila nisu posledica geografske udaljenosti, kao ni razlika u ekološkim nišama vrsta. Nepostojanje statistički značajnog uticaja klimatskih parametara na promene oblika krila između vrsta je bilo očekivano, s obzirom na njihovu visoku heritabilnost. Visoka konzervativnost oblika krila u odnosu na promene faktora spoljašnje sredine i geografsku distribuciju je utvrđena molekularnim analizama kod vrsta roda *Drosophila* Fallén, 1823 (Moraes i sar., 2004; Mezey i Houle, 2005; Dworkin i Gibson, 2006; Yeaman i sar., 2010). Oblik krila je uspešno korišćen kod definisanja granica vrsta i kod drugih insekatskih grupa: Diptera, Hymenoptera, Hemiptera, Odonata, Lepidoptera i dr. (Moraes i sar., 2004; Breuker i sar., 2010; Francuski i sar., 2009, 2011; Baracchi i sar., 2011; Perrard i sar., 2014; Zhang i sar., 2016).

Veliki izazov je predstavljalo analiziranje oblika surstila geometrijskom morfometrijom, zbog skoro identičnog izgleda kod svih vrsta unutar istraživanih grupa (*M. aureus* grupa i *M. avidus* kompleks). U taksonomiji sirfida, građa genitalnog aparata mužjaka predstavlja najvažniji morfološki karakter za razdvajanje vrsta. Struktura genitalnog aparata je visoko konzervativna i stabilna, i razlike unutar vrsta se ogledaju samo u neznatnim variranjima veličine. Kod organizama sa unutrašnjim oplodjenjem, gde spadaju i osolike muve, genitalni aparat mužjaka se smatra morfološkom strukturom sa najbržom stopom evolucije (Soto i sar., 2013). Takođe, istraživanja na insektima su pokazala da čak i blisko srodne vrste koje su morfološki veoma slične, imaju različit oblik genitalnog aparata mužjaka (Hosken i Stockley, 2004; Dapporto, 2008; Mutanen i Pretorius, 2007; Yee i sar., 2011).

Geometrijsko-morfometrijska analiza se pokazala veoma uspešnom u razdvajanju ispitivanih kriptičnih taksona na osnovu oblika surstila. Utvrđene su visoko signifikantne razlike u obliku surstila između morfološki odvojivih taksona (kompleksa), kao i između morfološki identičnih vrsta iz istog kompleksa. Time je potvrđeno da genitalne strukture evoluiraju brže od ostalih morfoloških karaktera sirfida. Bitno je napomenuti da je procenat korektne klasifikacije jedinki u *a priori* definisane grupe znatno bolji kod svih istraživanih kompleksa vrsta u odnosu na rezultate analize oblika krila. Sve jedinke su korektno klasifikovane u analizi vrsta *M. aureus* i *M. cinereus* podgrupa, i *M. atratus*, *M. luteomaculatus*, *M. sapphous* i *M. avidus* kompleksa vrsta. Svega četiri jedinke su pogrešno

klasifikovane, dve u analizi *M. cinereus* kompleksa i dve kod *M. bessarabicus* kompleksa. Ovi rezultati ukazuju na veću moć diskriminacije oblika surstila u odnosu na krila. Uticaj geografske distribucije na razlike u obliku surstila zabeležen je u samo jednom slučaju, kod *M. luteomaculatus* kompleksa vrsta. Ovi rezultati ukazuju da je izolacija putem distance imala glavnu ulogu u diverzifikaciji oblika surstila kod vrsta ovog kompleksa. Može se pretpostaviti da je kompleksna geološka istorija Egejskog arhipelaga u velikoj meri uticala na diverzifikaciju i distribuciju ovog kompleksa, poput velikog broja beskičmenjaka (Mylonas 1982; Vardinogiannis 1994; Douris *et al.* 1998; Sfenthourakis *et al.* 1999; Dennis *et al.* 2000; Fattorini 2002; Chatzimanolis *et al.* 2003; Chatzaki *et al.* 2005). Uticaj abiotičkih parametara na razlike u obliku surstila nije zabeležen ni kod jedne od analiziranih vrsta. Zajedno, rezultati oba geometrijsko-morfometrijska pristupa jasno definišu granice vrsta i potvrđuju sigurnu pripadnost jedinki odvojenim evolucionim entitetima.

U sklopu *M. aureus* i *M. cinereus* podgrupa su jasno definisane granice vrsta između kriptičnih taksona. Vrste iz ovih podgrupa, konkretno varijabilnost *M. aureus* i *M. cinereus* su ranije bile predmet nekoliko analiza (Milankov i sar., 2008b; Francuski i sar., 2011). Sada, na osnovu novo prikupjenog materijala sa šireg područja areala i korišćenjem različitih taksonomskih metoda, u okviru ovih taksona se jasno izdvajaju tri kompleksa vrsta: *M. aureus* kompleks sa tri kriptične vrste *M. aureus*, *M. calidus* i *M. ortus*, i dva kompleksa koja pripadaju *M. cinereus* podgrupi: *M. cinereus* i *M. atratus* kompleksi. *Merodon cinereus* kompleks se sastoji od tri vrste: *M. cinereus*, *M. oromediterraneus* (*M. cinereus* A prema Milankov i sar., 2008b) i *M. moesiacus* (*M. cinereus* C prema Milankov i sar., 2008b). *Merodon atratus* kompleks čine tri evropske (*M. atratus*, *M. virgatus* (*M. cinereus* B prema Milankov i sar., 2008b) i *M. balkanicus*) i jedna turska vrsta (*M. aff. atratus*).

Na osnovu geometrijsko-morfometrijskih analiza oblika krila i surstila, uočeno je jasno razdvajanje četiri taksona iz *M. bessarabicus* podgrupe: *M. ambiguus*, *M. bessarabicus*, *M. luteomaculatus* i *M. sapphous*. Dodatno, rezultati su potvrdili struktuiranje ovih taksona. *Merodon ambiguus* je kompleks sačinjen od dva kriptična taksona, evropskog - *M. ambiguus* i turskog - *M. ispartensis*. Diskriminantna i kanonijska analiza su pokazale da populacije sa Đerdapa (Srbija) i Evrosa (Grčka) pripadaju istoj vrsti *M. ambiguus*, i da se značajno razlikuju po obliku krila od *M. ispartensis*.

Analiza oblika krila je potvrdila prisustvo dve vrste unutar *M. bessarabicus* kompleksa, *M. bessarabicus* i *M. subnigrum*. Razlike u obliku krila između ove dve geografski izolovane vrste su visoko signifikantne i ogledaju se u širini apikalnog dela krila.

Upotrebom oba geometrijsko-morfometrijska pristupa potvrđeno je prisustvo pet kriptičnih vrsta unutar *M. luteomaculatus* kompleksa: *M. luteomaculatus*, *M. austerus*, *M. peloponnesius*, *M. erymanthius* i *M. androites*. Na osnovu oblika krila *M. austerus* i *M. peloponnesius* zajedno sa *M. luteomaculatus* formiraju klaster, dok se *M. androites* i *M. erymanthius* jasno odvajaju. Vrste *M. austerus* i *M. erymanthius* imaju najbliži oblik surstila i zajedno sa *M. peloponnesius* formiraju jedan klaster, dok se *M. androites* i *M. luteomaculatus* jasno izdvajaju u odnosu na ostale taksone.

Takođe, visoko signifikantni rezultati su potvrdili prisustvo tri kriptična taksona unutar *M. sapphous* kompleksa: *M. sapphous* i dve morfološki identične, geografski izolovane vrste *M. cyprensis* i *M. bozdagensis*. Kao i kod ostalih taksona iz ove podgrupe, razlike u obliku krila se odnose prvenstveno na promene u apikalnom delu krila što utiče na promene dužine i širine ovog dela. Vrsta *M. cyprensis* se izdvaja sa najvećim razlikama u obliku krila. Za razliku od krila, gde se anadolijske vrste grupišu, najbliži oblik surstila je utvrđen između *M. bozdagensis* i *M. sapphous*.

Multivarijantne analize parametara oblika krila i surstila su potvrdile status vrste *M. puniceus*. Prema Speight-u (2015) status ove vrste je zahtevao potvrdu zbog izražene morfološke sličnosti sa vrstom *M. dobrogensis*. Bitno je napomenuti da su na osnovu krila sve jedinke vrsta *M. dobrogensis* i *M. puniceus* korektno klasifikovane u *a priori* definisane grupe, a svega jedna jedinka *M. rojoi* je klasifikovana kao *M. puniceus* (98%). Dodatno, pokazana je pripadnost morfološki bliskog taksona *M. rojoi*, *M. dobrogensis* podgrupi.

Status *M. chalybeus* i srodnih taksona je zahtevao reviziju i validaciju granica vrsta. Rezultati ovog rada su potvrdili struktuiranje *M. chalybeus* u kompleks od tri geografski izolovane kriptične vrste: *M. chalybeus* (Iberijsko poluostrvo i Magreb), *M. paulum* (endem Sicilije) i *M. minutus* (Balkansko poluostrvo i Krit) kao i prisustvo morfološki bliske vrste sa grčkog ostrva Samos - *M. robustus*. Na osnovu visokog stepena korektnosti klasifikacije jedinki prema parametarima oblika krila i surstila, kao i prisustva visoko signifikantnih razlika u obliku izučavanih struktura kod svih parova vrsta, jasno se može zaključiti da ovi geografski izolovani taksoni predstavljaju nezavisne taksonomske jedinice - vrste. Takođe, grupisanje

vrsta na osnovu sličnosti građe krila i surstila potvrđuju pripadnost *M. chalybeus*, *M. minutus* i *M. paulum*, *M. chalybeus* kompleksu vrsta.

U radu je metodom geometrijske morfometrije na parametrima oblika krila kvantifikovana inter- i intraspecijska varijabilnost pet vrsta *M. nanus* grupe. Visoko signifikantna razlika u obliku krila je utvrđena između svih parova vrsta u odvojenim analizama za mužjake i ženke. Visok procenat korektne klasifikacije jedinki u *a priori* definisane grupe (91% za mužjake, 94% za ženke) ukazuje da je oblik krila pouzdan karakter za razdvajanje vrsta *M. nanus* grupe. Razlike u obliku krila kod svih parova vrsta su uslovljene promenama u centralnom i apikalnom delu krila.

Takođe, zbog diskontinuiranih areala, za svaku vrstu je kvantifikovana intraspecijska varijabilnost. Značajne interpopulacione razlike u obliku krila su zabeležene za svaku vrstu. Unutar vrsta *M. kopensis* i *M. telmateia* dolazi do jasnog struktuiranja na istočne i zapadne anadolijske populacije (83% od ukupne varijabilnosti oblika krila kod populacija *M. kopensis* i 53% kod populacija *M. telmateia*). Takođe, na osnovu oblika krila uočeno je jasno odvajanje egejskih ostrvskih populacija od ostalih konspecifičkih populacija. Populacija *M. nanus* sa Lezbosa se sa 67% odvaja od istočno-mediteranskih populacija iste vrste, dok se *M. neonus* sa Hiosa odvaja sa 87% od ukupne varijabilnosti oblika krila od zapadno-turskih konspecifičkih populacija. Veoma izražena populaciona struktuiranost je zabeležena i kod vrste *M. rasicus*, gde se jugoistočna turska populacija iz Hakarija sa čak 94% od ukupne varijabilnosti oblika krila odvaja od crnomorske i evropske populacije. Ovi rezultati ukazuju da bi vrste *M. nanus* grupe mogle predstavljati komplekse vrsta.

Takson, sada kompleks vrsta, *M. avidus* je bio predmet mnogih taksonomskih istraživanja u cilju kvantifikacije sveprisutne morfološke varijabilnosti. Velike nedoumice i poteškoće je unosila i sezonska varijabilnost vrste *M. avidus*, kod koje prolećne jedinke izgledom podsećaju na jedinke vrste *M. moenium*. Nakon dodatnih istraživanja na širem području areala, na osnovu alozimskih i molekularnih rezultata (Popović i sar., 2014, 2015; Ačanski i sar., 2016a), postavljeni su temelji za jasno određivanje granica vrsta. Rezultati geometrijsko-morfometrijske analize oblika krila i surstila su potvrdili prisustvo četiri vrste unutar *M. avidus* kompleksa i dodatno ojačali granice evoluciono nezavisnih entiteta (Ačanski i sar., 2016a). Svi parovi vrsta se visokom značajnošću razlikuju na osnovu oblika krila i surstila. Procenat korektne klasifikacije je i u ovom slučaju bolji na osnovu parametara oblika

surstila, gde su od ukupno 125 jedinki samo dve pogrešno klasifikovane. Najsljedniji oblik krila imaju vrste *M. avidus* i *M. moenium*, dok se ostrvski takson *M. megavidus* najviše razlikuje. Značajno je napomenuti da su rezultati analize oblika krila populacija *M. avidus* kompleksa u skladu sa rezultatima analize oblika krila između vrsta. Sve konspecifične populacije se zajedno grupišu, a njihov položaj na fenogramu ukazuje da *M. moenium* i *M. avidus* imaju najsljedniji oblik krila. Kao i kod oblika krila, *M. megavidus* ima najrazličitiji oblik surstila, dok su surstili vrsta *M. moenium* i *M. ibericus* najsljedniji po obliku. Veća razlika u obliku surstila kod simpatričkih vrsta *M. avidus* i *M. moenium* se može objasniti jačim selektivnim pritiskom. Naime, Soto i sar. (2012) su ustanovili da prisustvo blisko srodne vrste dodatno utiče na evoluciju morfologije genitalnog aparata mužjaka. Osim kod *M. avidus* kompleksa, ovaj obrazac je prisutan i kod geografski bliskih mužjaka iz *M. aureus* (*M. calidus* i *M. aureus*) i *M. sapphous* (*M. sapphous* i *M. bozdagensis*) kompleksa.

Posmatrajući sve analizirane vrste iz *M. aureus* grupe i *M. avidus* kompleksa, razlika u obliku surstila je najvećim delom koncentrisana u posteriornom delu posterirnog lobusa surstila. Oblik surstila je važna struktura genitalnog aparata mužjaka koja igra ključnu ulogu u pridržavanju ženki tokom kopulacije i pretpostavlja se da funkcioniše po principu „ključ-brava“ (Rotheray i Gilbert, 2011). Seksualna izolovanost vrsta može zavisiti od fizičkog neslaganja kopulatornog organa mužjaka i ženki, te sve promene u obliku ove strukture, posebno njenog posteriornog dela koji je ključan za princip „ključ-brava“, se smatraju značajnim reproduktivnim izolacionim mehanizmom.

Rod *Merodon* je rasprostranjen u Palearktiku i Afrotropskom regionu, ali najveći diverzitet ima u Mediteranskom basenu. Sa više od 120 vrsta ovaj rod je najbrojniji u Evropi (Vujić i sar., 2015; Speight, 2015). Distribucija ovog roda je usko povezana sa distribucijom geofita, biljkama hraniteljka, koje se nalaze u stepama, mediteranskim oblastima kao i na visokim planinama. Fitofagni tip ishrane larvi se odvija u specifičnim uslovima i tesno je povezan sa biljkom domaćinom što objašnjava visok diverzitet ovog roda, posebno u mediteranskom regionu gde je prisutna velika raznovrsnost lukovičastih biljaka (Vujić i Glumac, 1994; Marcos-García i sar., 2007). Veliki broj vrsta iz ovog roda su lokalni endemi, rasprostranjeni duž planinskih lanaca i na izolovanim planinskim vrhovima (Vujić i sar., 2011, 2015, 2016).

U ovom radu su kvantifikovani i poređeni klimatski profili srodnih vrsta iz *M. aureus*, *M. nanus* i *M. ruficornis* grupa, kao i *M. avidus* kompleksa. Rezultati su pokazali da se klimatski profili svih analiziranih parova vrsta razlikuju u makar jednoj sredinskoj niši (PC osi), osim parova vrsta *M. rojoi* - *M. puniceus* i *M. loewi* - *M. turcicus*. Sredinske niše vrsta *M. rojoi* i *M. puniceus* se ne preklapaju u sredinskom prostoru opisanom PC1 i PC2 osom, već se nadovezuju i ukazuju na širinu sredinske niše predačke vrste, dok sredinska niša vrste *M. ovaloides* predstavlja podskup niše *M. loewi*, što oslikava njihov distribucioni obrazac.

Zajedno posmatrajući, faktori koji najviše doprinose divergenciji klimatskih profila analiziranih vrsta su: precipitacija kvartala i perioda sa najvećom količinom padavina (BIO16 i BIO13), srednja temperatura najhladnijeg kvartala (BIO11), minimalna temperatura najhladnijeg perioda (BIO6), precipitacija kvartala i perioda sa najmanjom količinom padavina (BIO17 i BIO14), količina padavina u toku najtoplijeg kvartala (BIO18), količina padavina u toku najhladnijeg kvartala (BIO19) i srednja godišnja temperatura (BIO1). Ovi faktori predstavljaju ekstreme tj. limitirajuće faktore čije vrednosti znatno utiču na rasprostranjenje vrste. Stoga, faktori koji limitiraju rasprostranjenje analiziranih vrsta roda *Merodon* su niske vrednosti padavina, niske temperature i fluktuacije temperature tokom godine.

Insekti su striktno prilagođeni ekološkim nišama i reaguju na sve klimatske oscilacije. Ukoliko je neka insekatska vrsta suočena sa izraženim klimatskim promenama, ona ima tri mogućnosti: da se prilagodi (evoluirala), promeni areal ili izumre. Iako je očekivano da su mnoge insekatske grupe izumrle tokom čestih i intenzivnih klimatskih oscilacija u Pleistocenu, fosili insekata iz ovog perioda ukazuju da nije bilo velike stope izumiranja (Coope, 1994). Ova geološka epoha je karakteristična po smenama najmanje 20 glacijalnih i interglacijalnih ciklusa koji su oblikovali distribuciju i imali veliki uticaj na specijaciju mnogih današnjih taksona (Fink i Kukla, 1977; Martinson i sar., 1987; Perissoratis i Conispoliatis, 2003). Nedavne studije demonstriraju brojne primere insekatskih vrsta koje su promenile areal i/ili evoluirale kao odgovor na izolacije usled ponovljenih ciklusa glacijacija i interglacijacija širom evropskih (Iberijsko, Apeninsko i Balkansko poluostrvo) i anadolijskih refugijuma (Hewitt, 1996, 2001; Balletto i Casale, 1991; Konstantinov i sar., 2009; Dapporto, 2010; Nicholls i sar., 2010; Zhu i sar., 2013). Ova područja imaju raznovrsnu topografiju sa smenom planina i dolina, koje su služile kao višestruki glacijalni refugijumi (Hewitt, 1999, 2001, 2004; Seddon i sar., 2002; Habel i sar., 2010; Taberlet i sar., 1998; Çiplak, 2003).

Kod svih analiziranih parova vrsta (osim kod *M. avidus* kompleksa gde nadmorska visina predstavlja zasebnu PC osu) osa korelisana sa nadmorskom visinom je korelisana i sa temperaturnim varijablama i oslikava gradijent (ili smenu) visinskog i temperaturnog opsega vrsta. Široko rasprostranjene vrste imaju veći opseg nadmorskih visina, od 0 do najviše 3.000 m, dok endemske vrste imaju uzan opseg nadmorskih visina, većinom vezan za planinske vrhove južne Evrope i Anadolije, kao i ostrva Egejskog, Jonskog i Tirenskog mora. Dodatno, sve analizirane endemske vrste imaju niske vrednosti standardne devijacije za većinu izdvojenih PC osa, što ukazuje na njihovu striktnu klimatsku adaptibilnost. Zbog toga, one su međusobno izolovane i možemo ih posmatrati kao ostrvske vrste. Kod ostrvskih populacija glavni faktor divergentne evolucije je izolovanost koja ometa razmenu genetičkog materijala među njima. Izražena adaptivna radijacija tokom Pleistocena je usloвила pojavu velikog broja kriptičnih taksona iz analiziranih grupa vrsta na području Mediteranskog basena, pre svega Balkanskog poluostva, Anadolije i Kavkaza.

Na osnovu velikog broja kriptičnih taksona u okviru istraživanih grupa vrsta, može se pretpostaviti da su mnoge *Merodon* vrste, poput drugih insekatskih vrsta (Hewitt, 1999; Dapporto, 2010), pretrpele pomeranje areala u refugijume zapadnog Palearktika, a naknadno proširile areal u predele van njih. Tokom interglacijacija populacije bi naseljavale visoke planine, a tokom glacijacija bi naseljavale doline tj. mikrorefugijume na nižim nadmorskim visinama i geografskim širinama (Hewitt, 1996). U narednom ciklusu interglacijacija one bi selile svoja staništa na veće nadmorske visine. Ove kontrakcije areala tokom Pleistocena su u velikoj meri oblikovale diverzitet istraživanih grupa u refugijumima Mediteranskog basena. Takođe, uticaj različitih klimatskih i geografskih promena tokom Pleistocena može objasniti prisustvo velikog broj endemskih vrsta na planinskim vrhovima Balkanskog poluostrva, Turske i Kavkaza, kao i na egejskim ostrvima (Dapporto, 2010; Balletto i Casale, 1991).

Nakon Pleistocena rekolonizacija Evrope je tekla iz refugijuma Mediteranskog basena (Hewitt, 1999). Prema rezultatima analize distribucije i specijskog diverziteta, Balkansko poluostrvo odlikuje najveći diverzitet analiziranih vrsta. On predstavlja centar biodiverziteta za *M. aureus* grupu, i zajedno sa severnim delom Apeninskog poluostrva za *M. ruficornis* grupu. Najveći diverzitet vrsta *M. nanus* grupe je zabeležen na jugozapadu i severoistoku Anadolije. Ukoliko posmatramo distribuciju vrsta *M. aureus*, *M. ruficornis* grupa i *M. avidus* kompleksa, rekolonizacija Evrope vrstama ovih grupa pripada “grasshoper” obrascu rekolonizacije prema Hewitt-u (1999). Prema ovom obrascu vrste su širile svoj areal iz Balkanskog refugijuma, dok

su Iberijski i Apeninski taksoni bili blokirani Pirinejima i Alpima. Geografske barijere (poput planinski masiva, moreuza i ostrvska izolovanost) zajedno sa širinom ekoloških niša su u velikoj meri oblikovali distribuciju analiziranih vrsta.

6. ZAKLJUČAK

Komparativnom geometrijsko-morfometrijskom analizom su obuhvaćene vrste iz *M. aureus* i *M. nanus* grupe i *M. avidus* kompleksa. Interspecijska varijabilnost *M. aureus* grupe i *M. avidus* kompleksa je analizirana sa dva geometrijsko-morfometrijska pristupa: analiza oblika krila - zasnovana na specifičnim tačkama (*landmarks*) i analiza oblika surstila - zasnovana na pomoćnim tačkama (*semilandmarks*).

Analiza klimatskih profila je obuhvatila vrste iz *M. aureus*, *M. nanus* i *M. ruficornis* grupe i *M. avidus* kompleksa.

Na osnovu geometrijsko-morfometrijskih i klimatskih analiza blisko srodnih vrsta iz analiziranih grupa roda *Merodon* sa područja zapadnog Palearktika mogu se doneti sledeći zaključci:

* 1. *Merodon aureus* grupa.

* 1.1. *Merodon aureus* podgrupa:

- * Kvantifikovana je statistički značajna razlika u obliku krila vrsta *M. aureus* i *M. unicolor*.
- * U okviru *M. aureus* kompleksa su na osnovu oblika krila identifikovane tri kriptične vrste: *M. aureus*, *M. calidus* i *M. ortus*. Takođe je ustanovljena signifikantna razlika između klimatskih profila ovih kriptičnih vrsta, u najvećem procentu vezana za varijable precipitacije.
- * Pored vrste *M. unicolor*, otkrivena je još jedna kriptična vrsta (*M. albidus*) na osnovu razlika u obliku krila, u okviru *M. unicolor* kompleksa.

* 1.2. *Merodon cinereus* podgrupa:

- * Kvantifikovana je statistički značajna razlika u obliku krila i surstila vrsta *M. aerarius*, *M. cinereus*, *M. atratus* i *M. caerulescens*.
- * U okviru *M. atratus* kompleksa na osnovu razlika u obliku krila i surstila identifikovane su četiri kriptične vrste: *M. atratus*, *M. virgatus*, *M. balkanicus* i *M. aff. atratus*. Među njima je utvrđena signifikantna razlika klimatskih profila uglavnom vezana za nadmorsku visinu i temperaturne vrednosti.

- ✿ Geometrijskom morfometrijom oblika krila i surstila prepoznate su tri kriptične vrste (*M. cinereus*, *M. moesiacus* i *M. oromediterraneus*) u okviru *M. cinereus* kompleksa. Signifikantna razlika između klimatskih profila ovih vrsta je u najvećem procentu takođe vezana za nadmorsku visinu i temperaturne vrednosti.
- ✿ Na osnovu razlika u obliku krila dve kriptične vrste, *M. caeruleascens* i *M. atricapillatus*, su izdvojene u okviru *M. caeruleascens* kompleksa.
- ✿ 1.3. *Merodon bessarabicus* podgrupa:
 - ✿ Kvantifikovana je statistički značajna razlika u obliku krila i surstila vrsta *M. bessarabicus*, *M. ambiguus*, *M. austerus* i *M. sapphous*.
 - ✿ Uz pomoć signifikantnih razlika u obliku krila dijagnostifikovane su dve kriptične vrste, *M. ambiguus* i *M. ispartensis*, u *M. ambiguus* kompleksu. Utvrđena signifikantna razlika između klimatskih profila ovih vrsta je u najvećem procentu vezana za varijable temperature.
 - ✿ Takođe su uz pomoć razlika u obliku krila identifikovane dve kriptične vrste, *M. bessarabicus* i *M. subnigrum*, u *M. bessarabicus* kompleksu. Razlike u klimatskim profilima istraživanih vrsta su najviše vezane za nadmorsku visinu i vrednosti temperature.
 - ✿ U okviru *M. luteomaculatus* kompleksa definisano je čak pet kriptičnih vrsta: *M. erymanthius*, *M. luteomaculatus*, *M. austerus*, *M. androites* i *M. peloponnesius* na osnovu oblika krila i surstila.
 - ✿ Izolacija putem distance je imala glavnu ulogu u diverzifikaciji oblika surstila kod vrsta ovog kompleksa.
 - ✿ Signifikantna razlika između klimatskih profila vrsta *M. luteomaculatus* kompleksa je u najvećem procentu vezana za vrednosti temperature i precipitacije.
 - ✿ *Merodon sapphous* kompleks obuhvata tri kriptične vrste (*M. sapphous*, *M. bozdagensis* i *M. cyprensis*) na osnovu signifikantnih razlika u obliku krila i surstila. Njihovi klimatski profili se pretežno razlikuju po godišnjim fluktuacijama temperature i padavina.
- ✿ 1.4. *Merodon dobrogensis* podgrupa:
 - ✿ Kvantifikovana je statistički značajna razlika u obliku krila i surstila vrste *M. rojoi* i vrsta iz *Merodon dobrogensis* kompleksa: *M. dobrogensis* i *M. puniceus*.
 - ✿ Na osnovu analize oblika krila potvrđeno je grupisanje vrsta *M. dobrogensis* i *M. puniceus* u *Merodon dobrogensis* kompleks.

-
- ✿ Utvrđena značajna razlika između klimatskih profila parova vrsta *M. dobrogensis* - *M. puniceus* i *M. dobrogensis* - *M. rojoi* je u najvećem procentu vezana za nadmorsku visinu i godišnje fluktuacije temperature i padavina. Nije utvrđena razlika u klimatskim profilima vrsta *M. rojoi* i *M. puniceus*. Sredinske niše ove dve vrste se ne preklapaju i zajedno ukazuju na širinu sredinske niše predačke vrste.
 - ✿ 1.5. *Merodon chalybeus* podgrupa:
 - ✿ Kvantifikovana je statistički značajna razlika u obliku krila između vrsta *M. robustus*, *M. chalybeus*, *M. minutus* i *M. paulum*. Na osnovu ovih analiza potvrđeno je grupisanje vrsta *M. chalybeus*, *M. minutus* i *M. paulum* u *Merodon chalybeus* kompleks.
 - ✿ Utvrđena signifikantna razlika između klimatskih profila vrsta iz *M. chalybeus* podgrupe je u najvećem procentu vezana za nadmorsku visinu i vrednosti temperature.
 - ✿ Na osnovu analiza distribucije i specijskog diverziteta zaključeno je da Balkansko poluostrvo predstavlja centar diverziteta za *Merodon aureus* grupu.

 - ✿ 2. *Merodon nanus* grupa:
 - ✿ Kvantifikovana je statistički značajna razlika u obliku krila među vrstama: *M. kopensis*, *M. nanus*, *M. neonanus*, *M. rasicus* i *M. telmateia*.
 - ✿ Uočeno je geografsko stuktuiranje vrsta *M. kopensis*, *M. telmateia* i *M. rasicus* na istočne i zapadne (anadolijske) populacije, kao i jasno odvajanje egejskih ostrvskih populacija od ostalih konspecifičnih populacija *M. nanus* i *M. neonanus*.
 - ✿ Utvrđena signifikantna razlika između klimatskih profila vrsta iz *M. nanus* grupe je u najvećem procentu vezana za temperaturne varijable.
 - ✿ Prema analizama distribucije i specijskog diverziteta centar diverziteta *Merodon nanus* grupe je Anadolijsko poluostrvo.
-

* 3. *Merodon avidus* kompleks (*M. nigritarsis* grupa):

- * Analizom oblika krila i surstila potvrđene su jasne granice među vrstama *M. avidus*, *M. moenium*, *M. ibericus* i *M. megavidus*.
- * Najbližnji oblik krila je detektovan između vrsta *M. avidus* i *M. moenium*, dok vrste *M. moenium* i *M. ibericus* imaju najbližnji oblik surstila.
- * Rezultati analize oblika krila populacija *M. avidus* kompleksa su u skladu sa rezultatima analize oblika krila vrsta.
- * Utvrđena signifikantna razlika između klimatskih profila vrsta *Merodon avidus* kompleksa je u najvećem procentu vezana za vrednosti precipitacije.

* 4. *Merodon ruficornis* grupa:

- * Uočena je signifikantna razlika u klimatskim profilima svih parova vrsta unutar analiziranih klastera, osim kod para vrsta *M. loewi* - *M. ovaloides*.
- * Ukoliko se preklapaju, sredinske niše endemskih vrsta se nalaze na ivici sredinske niše široko rasprostranjene vrste.
- * Faktori koji najviše doprinose divergenciji klimatskih profila vrsta *M. ruficornis* grupe su nadmorska visina, minimalna temperatura najhladnijeg kvartala i količina padavina najsuvljeg i najvlažnijeg kvartala.
- * Centri diverzifikacije *M. ruficornis* grupe su Balkansko i Apeninsko poluostrvo na osnovu analiza distribucije i specijskog diverziteta.

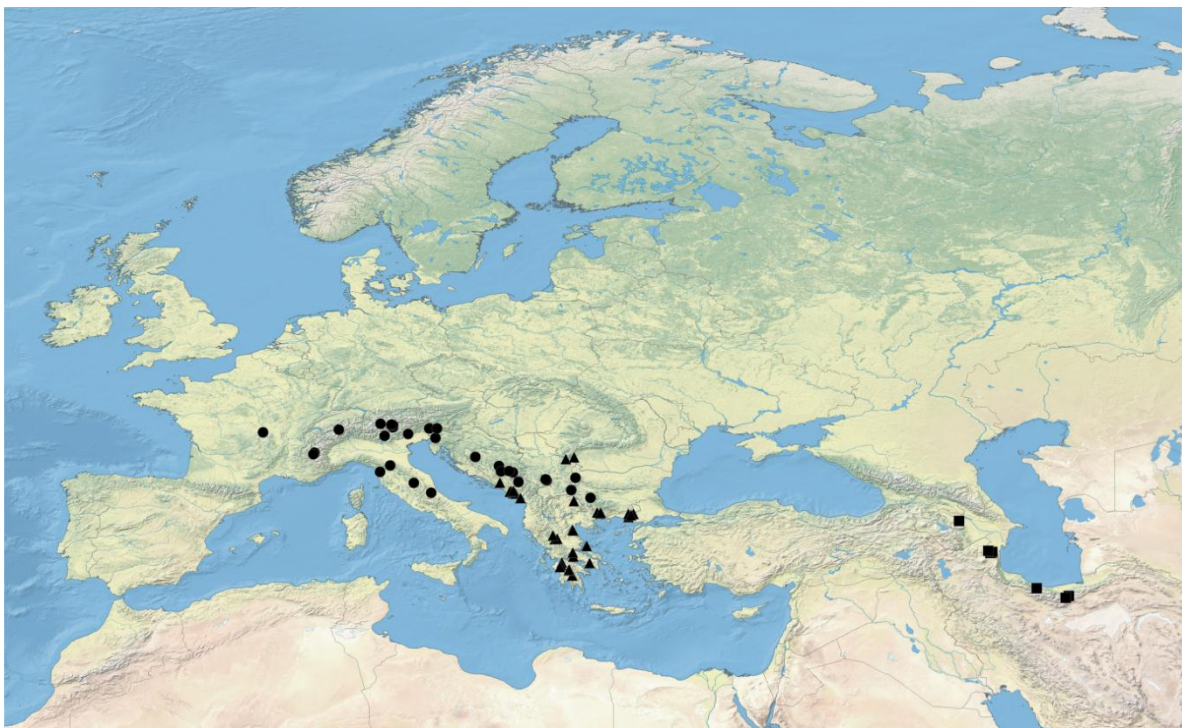
* Generalni zaključci:

- * Dobijeni rezultati analize oblika krila i surstila ukazuju na veliki potencijal geometrijske morfometrije u detekovanju morfološke varijabilnosti, odnosno kriptičnih vrsta kod sirfida.
- * Posmatrajući sve analizirane vrste, razlike u obliku krila se odnose prvenstveno na promene u apikalnom delu krila što utiče na promene u dužini i širini ovog dela.
- * Razlike u obliku krila, kod svih analiziranih vrsta, nisu posledica geografske udaljenosti, kao ni razlika u ekološkim nišama vrsta.
- * Analiza oblika surstila ima veću moć razdvajanja vrsta u odnosu na oblik krila.

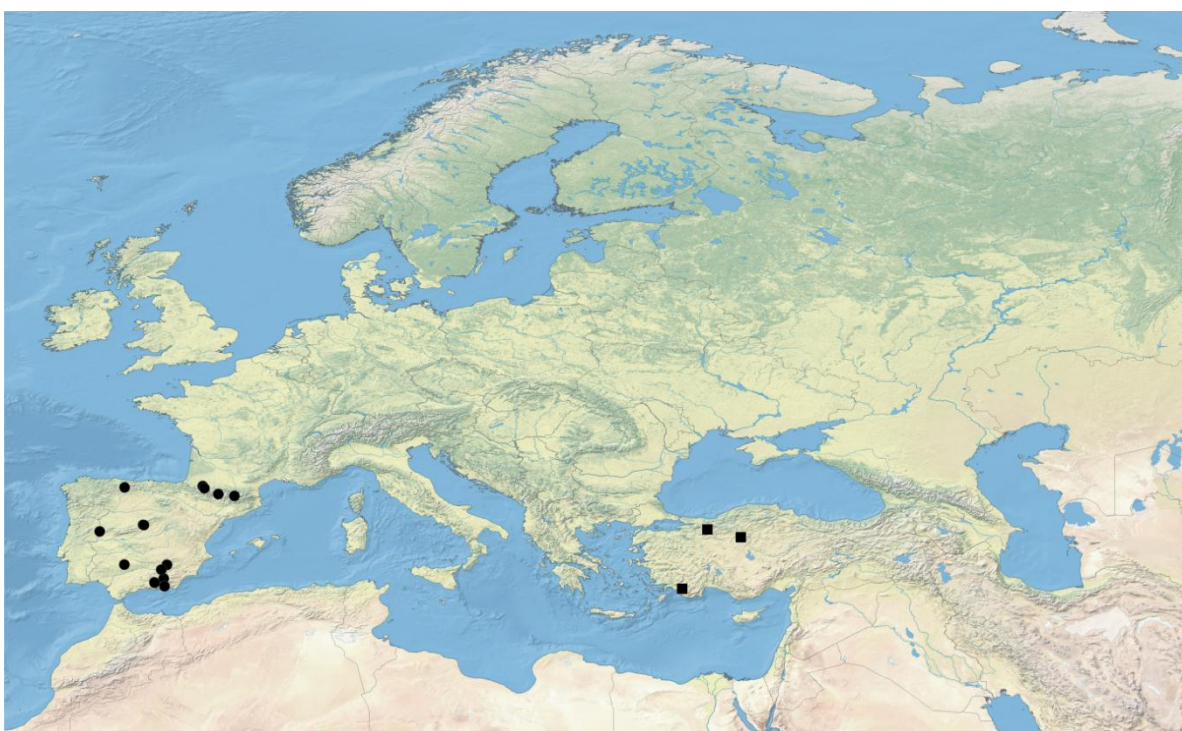
- ✿ Diskretne, ali signifikantne razike u građi genitalnog aparata mužjaka kriptičnih vrsta potvrđuju da je genitalni aparat mužjaka organizama sa unutrašnjim oplodjenjem morfološka struktura sa najbržom stopom evolucije.
- ✿ Kod svih analiziranih vrsta razlika u obliku surstila je najvećim delom koncentrisana u posteriornom delu posteriornog lobusa surstila.
- ✿ Simpatričke vrste imaju veću razliku oblika surstila od alopatričkih.
- ✿ Uticaj geografske distribucije na razlike u obliku surstila zabeležen je samo kod vrsta *M. luteomaculatus* kompleksa.
- ✿ Uticaj abiotičkih parametara na razlike u obliku surstila nije zabeležen ni kod jedne od analiziranih vrsta.
- ✿ Analiza klimatskih profila ukazuje na povezanost između specijacije i ekološke divergencije.
- ✿ Endemske vrste imaju uzak opseg nadmorskih visina na kojima se javljaju i uglavnom su vezane za planinska staništa. Takođe imaju niske vrednosti standardne devijacije za većinu izdvojenih PC osa što ukazuje na njihovu usku adaptibilnost.
- ✿ Analiza klimatskih profila zajedno sa rezultatima geometrijske morfometrije ukazuje da je geološka istorija tj. kontrakcije areala tokom glacijacija i interglacijacija prouzrokovala visok diverzitet istraživanih grupa u refugijumima zapadnog Palearktika.

7. PRILOZI

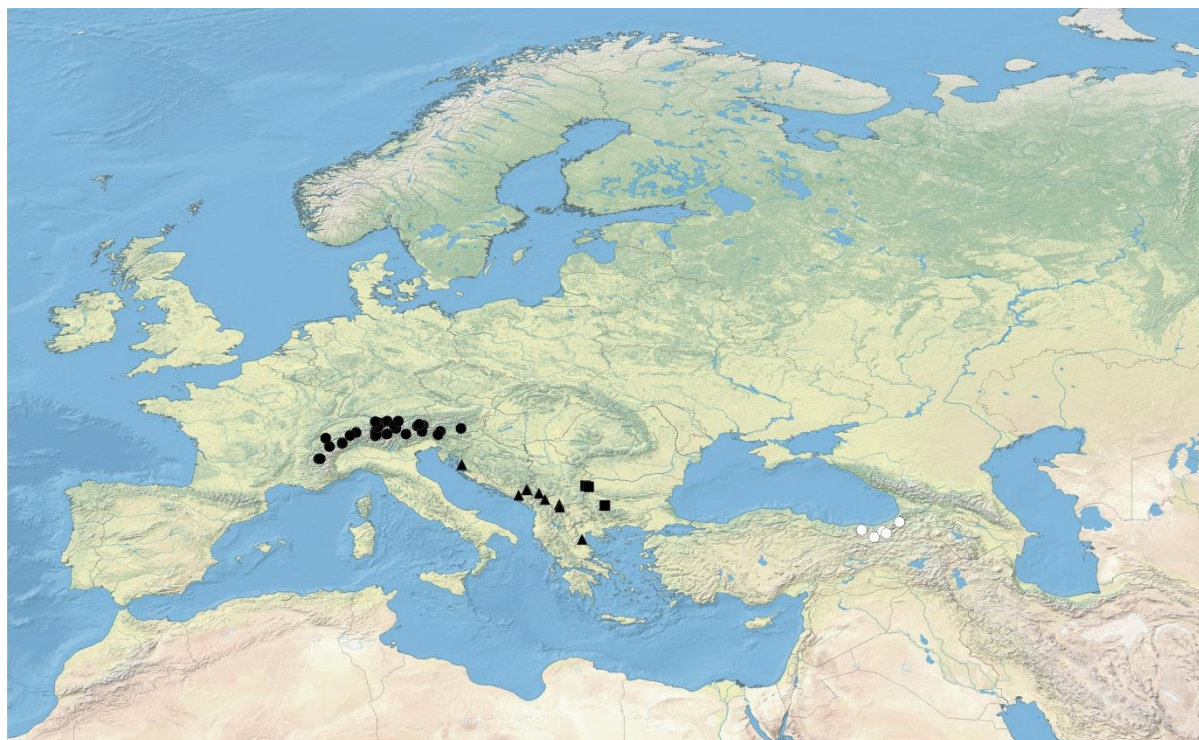
7.1 PRILOG 1. DISTRIBUCIJA VRSTA *MERODON AUREUS* GRUPE.



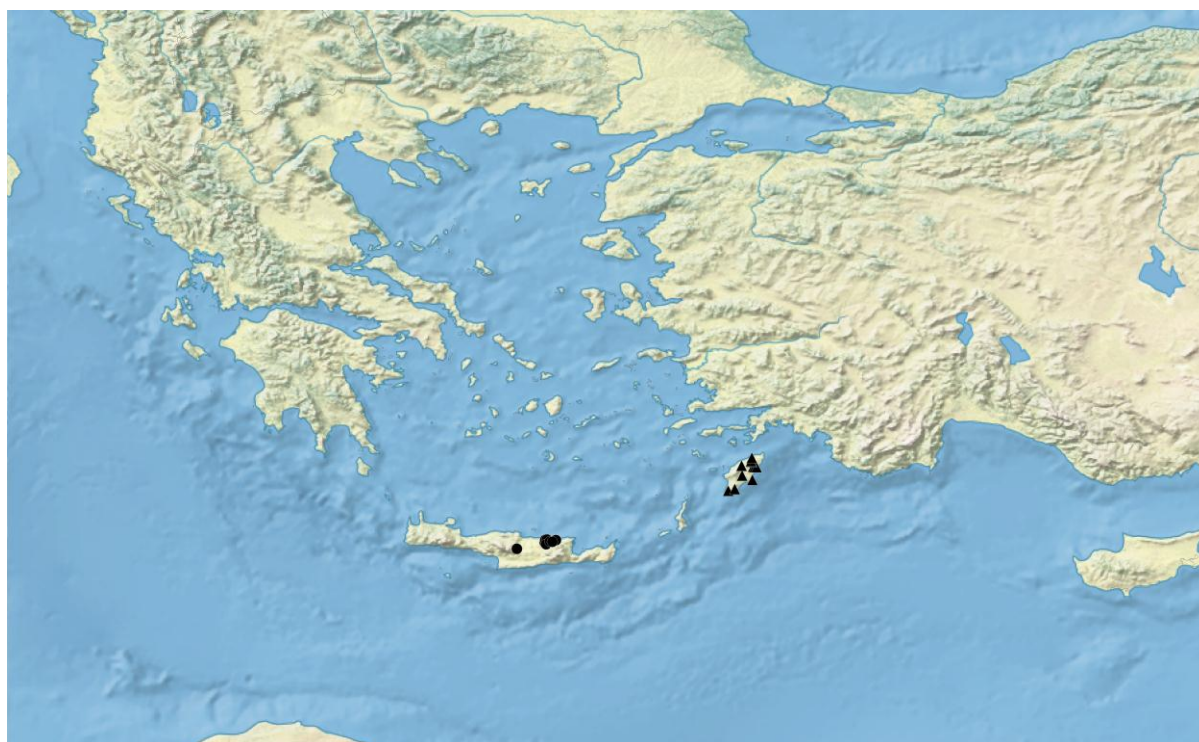
A) Rasprostranjenje vrsta *Merodon aureus* kompleksa: ● *M. aureus*; ▲ *M. calidus*; ■ *M. ortus*.



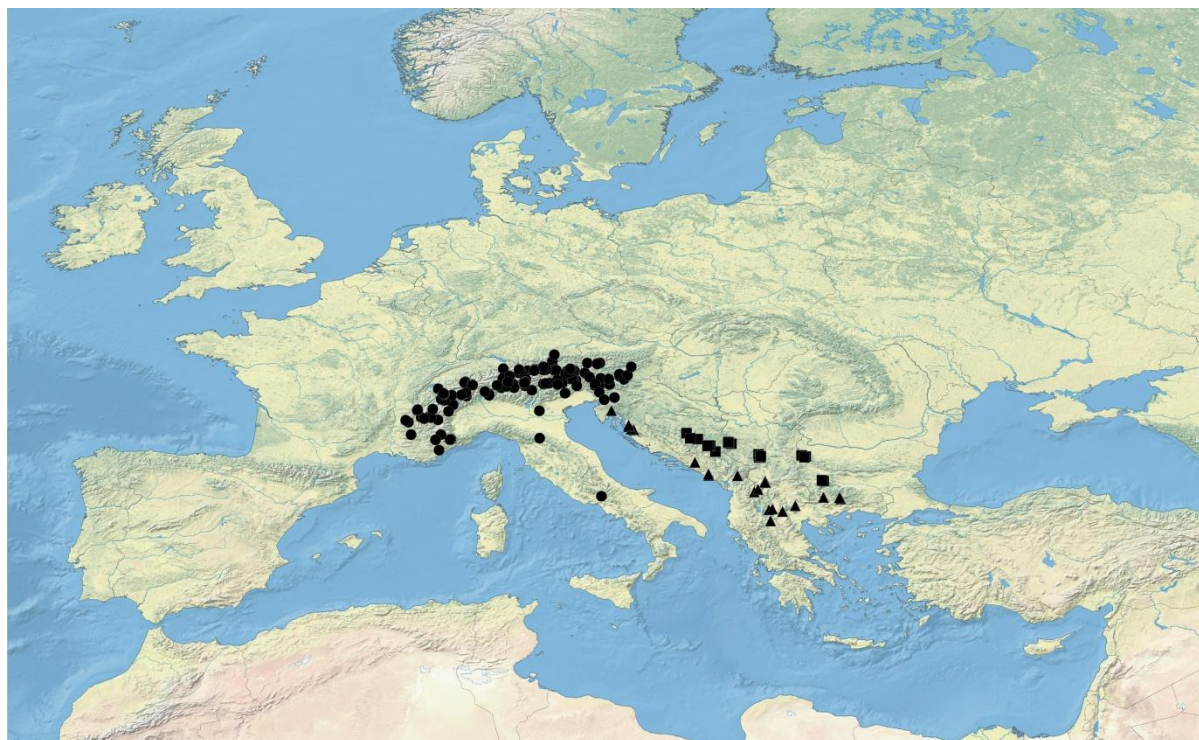
B) Rasprostranjenje vrsta *Merodon unicolor* kompleksa: ● *M. unicolor*; ■ *M. albidus*.



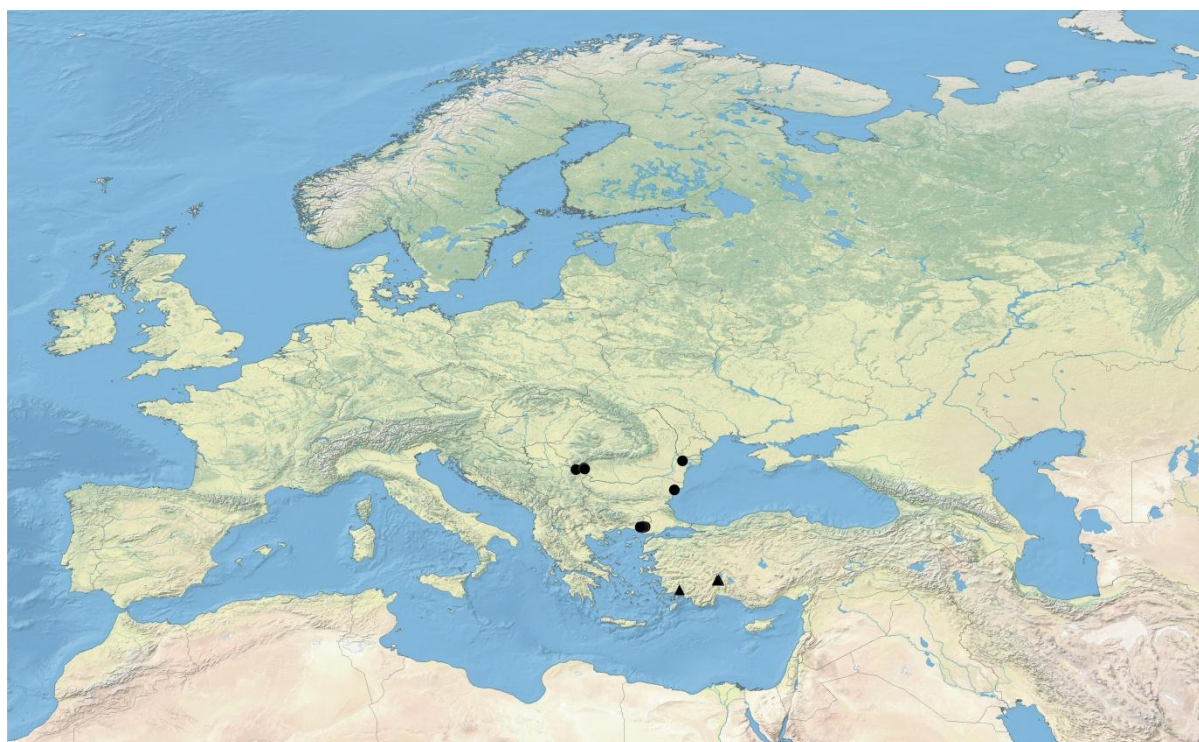
C) Rasprostranjenje vrsta *Merodon atratus* kompleksa: ● *M. atratus*; ▲ *M. virgatus*; ■ *M. balkanicus*; ○ *M. aff. atratus*.



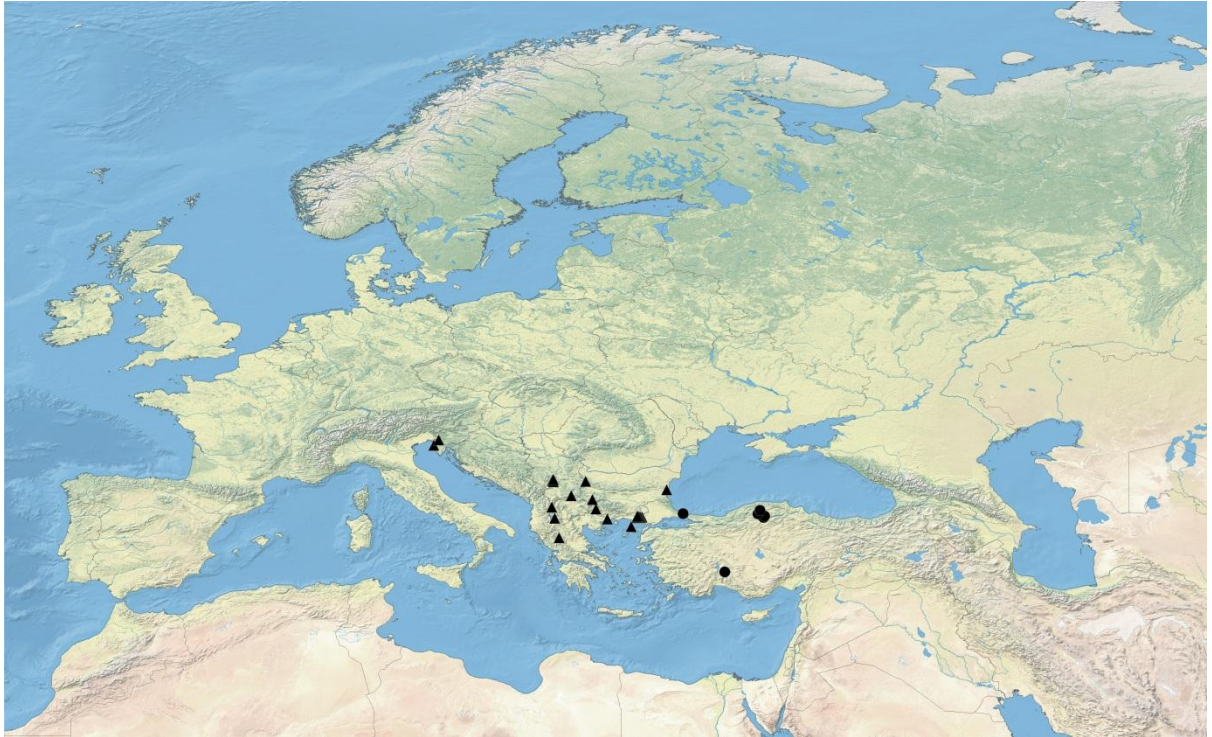
D) Rasprostranjenje vrsta *Merodon caerulescens* kompleksa: ▲ *M. caerulescens*; ● *M. atricapillatus*.



E) Rasprostranjenje vrsta *Merodon cinereus* kompleksa: ● *M. cinereus*; ▲ *M. oromediterraneus*; ■ *M. moesiacus*.



F) Rasprostranjenje vrsta *Merodon ambiguus* kompleksa: ● *M. ambiguus*; ▲ *M. ispartensis*.



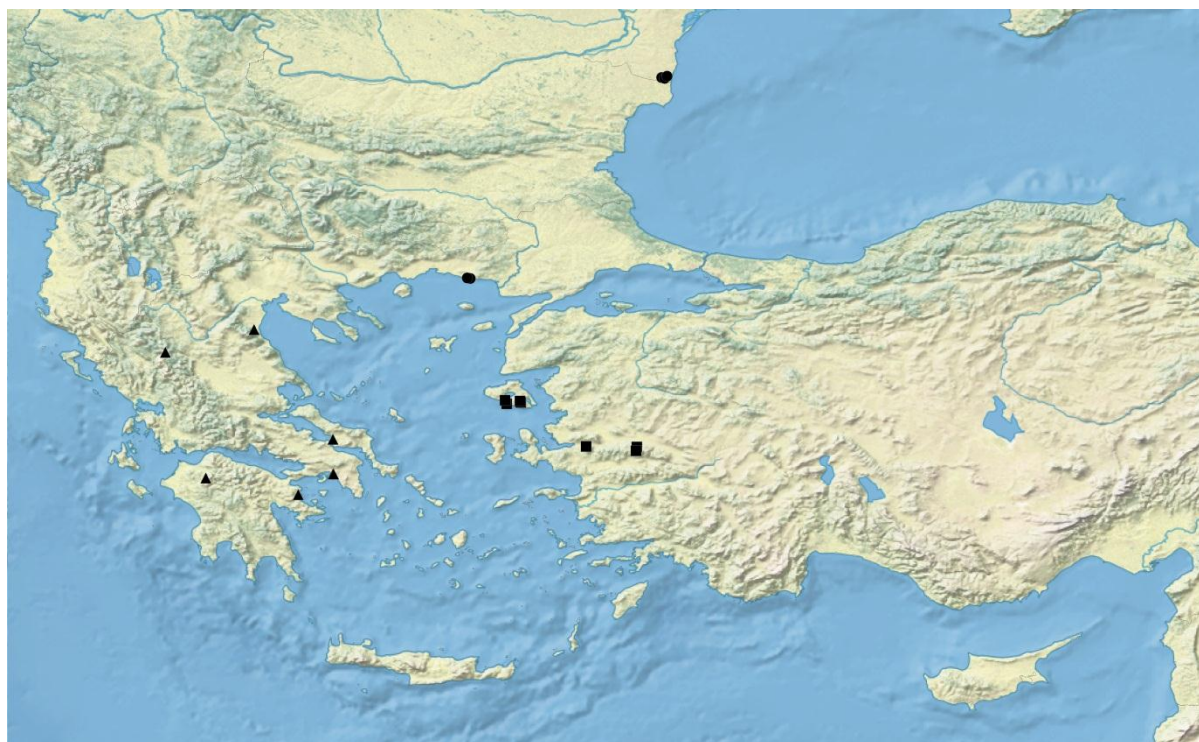
G) Rasprostranjenje vrsta *Merodon bessarabicus* kompleksa: ● *M. bessarabicus*; ▲ *M. subnigrum*.



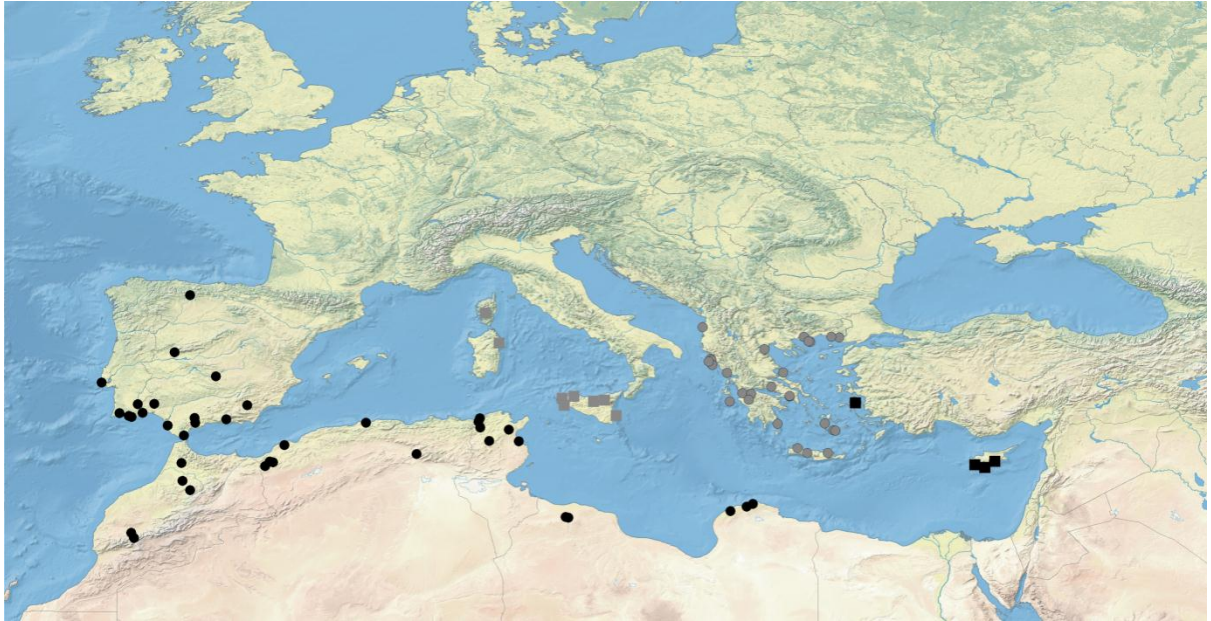
H) Rasprostranjenje vrsta *Merodon luteomaculatus* kompleksa: Δ *M. luteomaculatus*; ▲ *M. austerus*; ● *M. erymanthus*; ● *M. peloponnesius*; □ *M. andriotes*; ■ *M. naxius*.



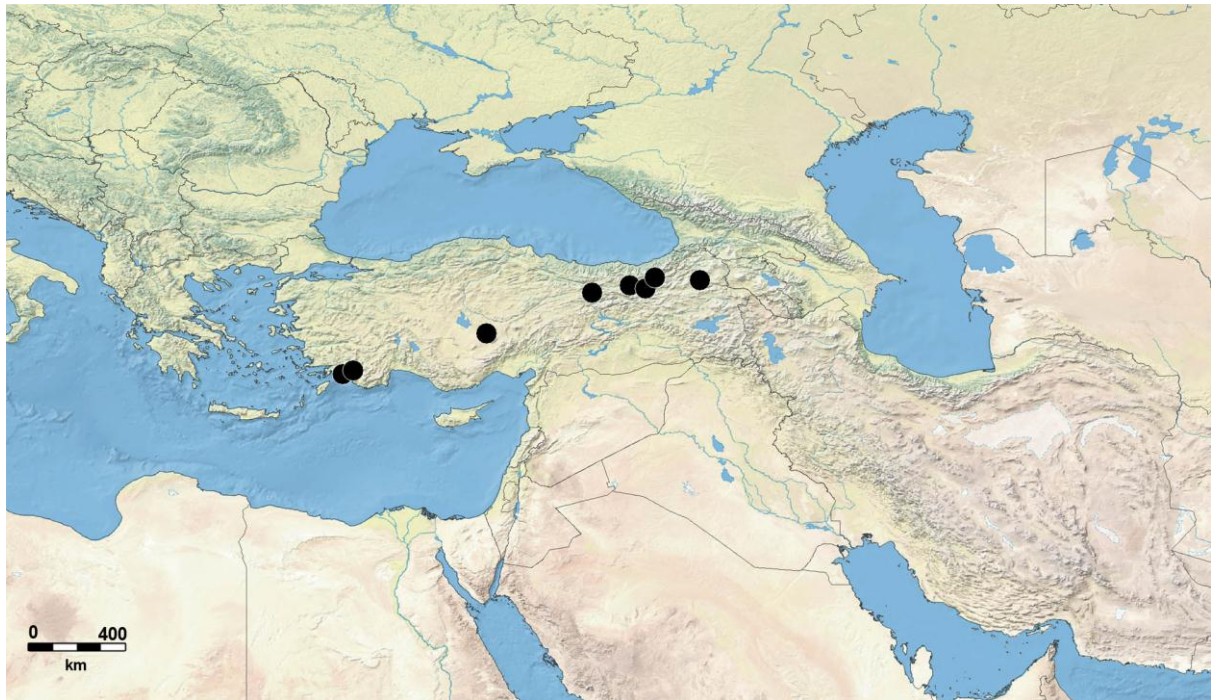
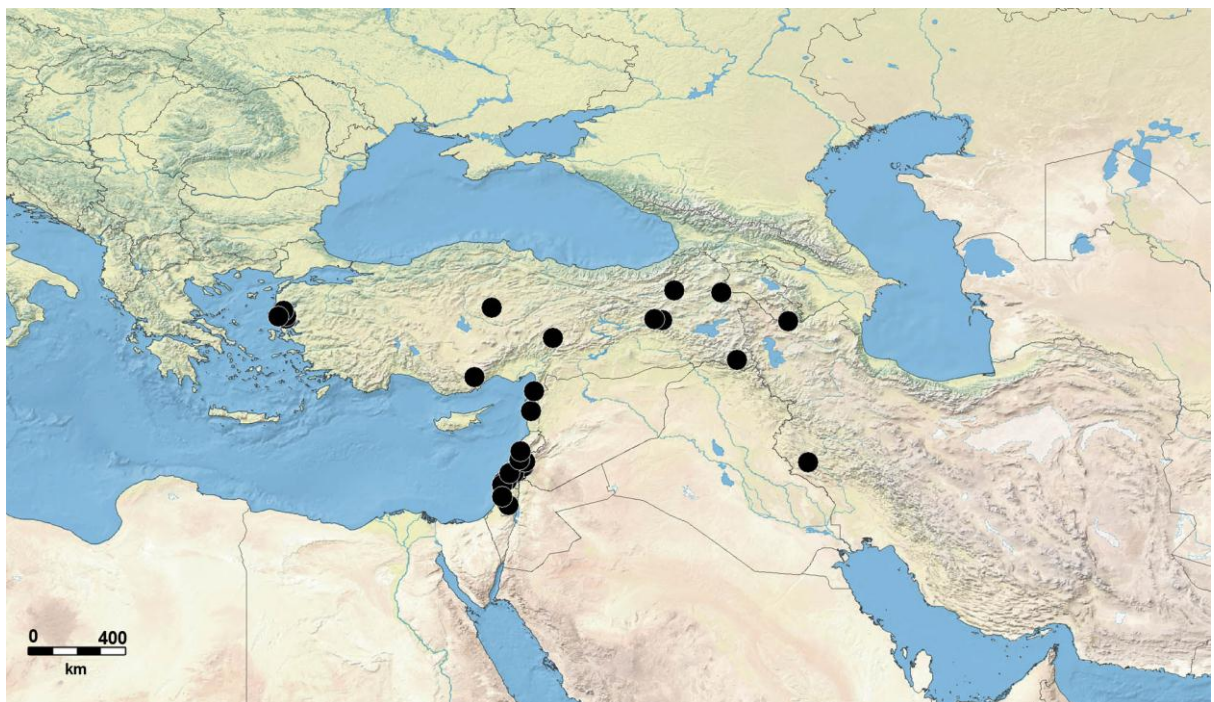
I) Rasprostranjenje vrsta *Merodon sapphous* kompleksa: ■ *M. sapphous*; ▲ *M. bozdagensis*; ● *M. cyprensis*.

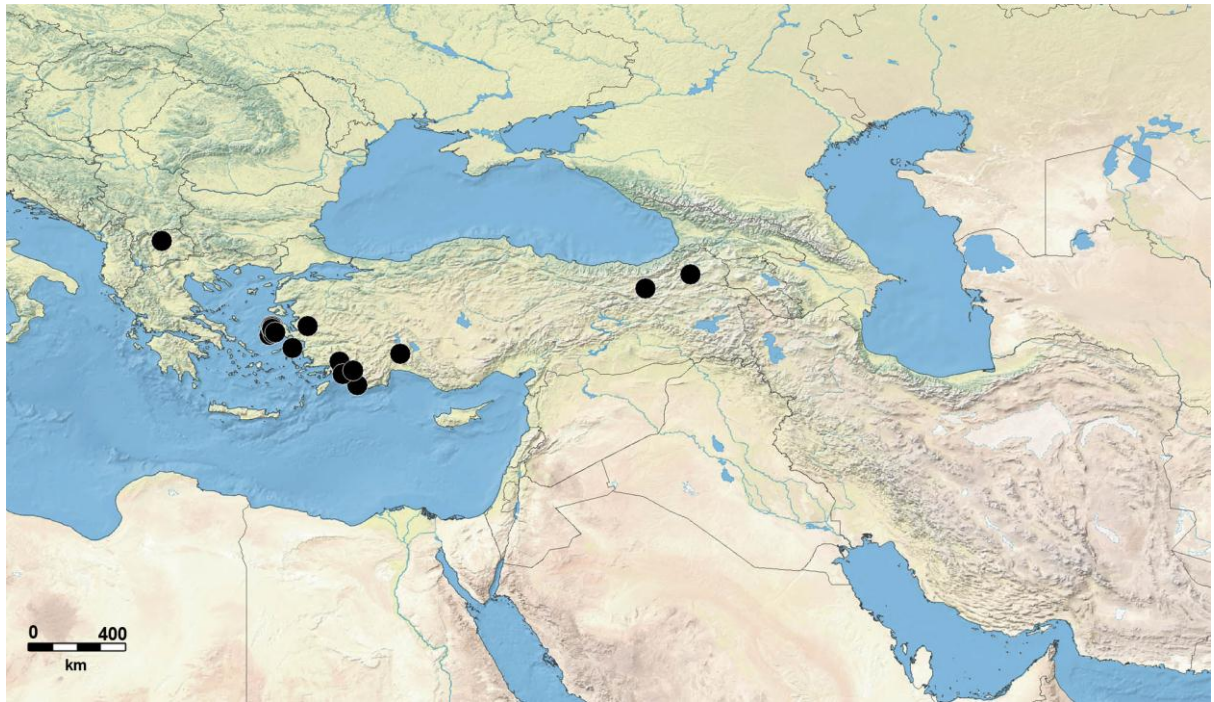


J) Rasprostranjenje vrsta *Merodon dobrogensis* kompleksa: ● *M. dobrogensis*; ■ *M. puniceus*; ▲ *M. rojoi*.

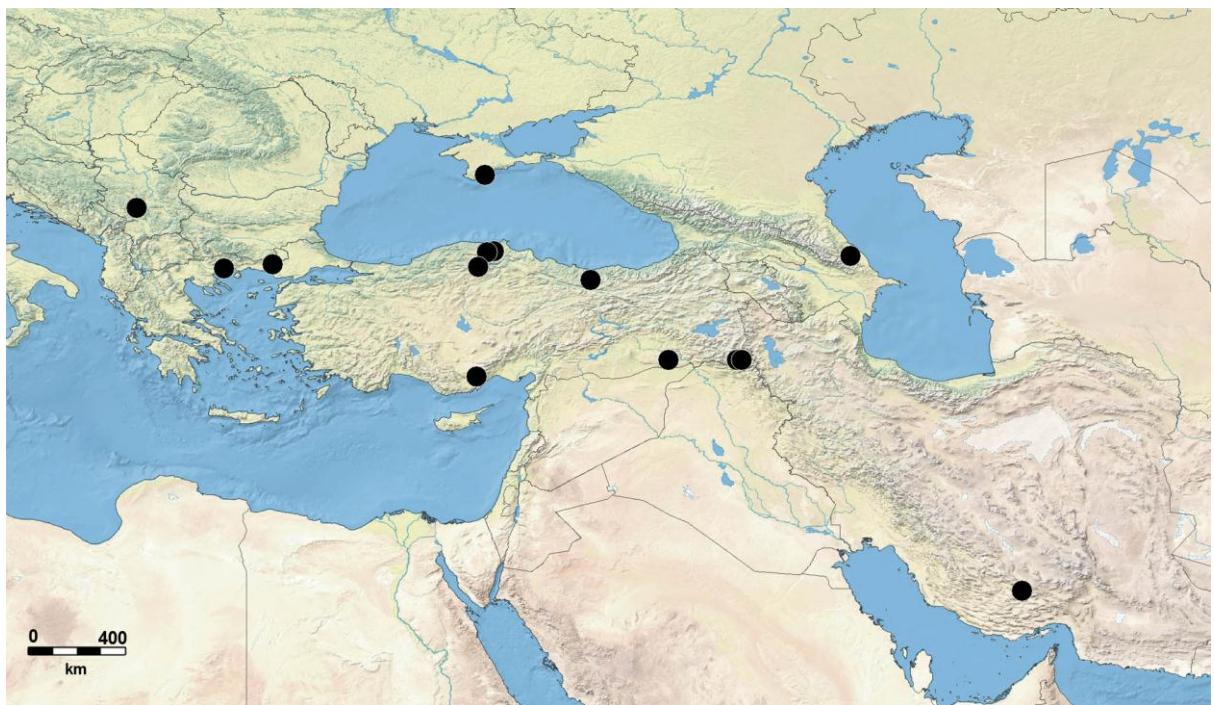


K) Rasprostranjenje vrsta *Merodon chalybeus* kompleksa: ● *M. chalybeus*; ● *M. minutus*; ■ *M. robustus*; ■ *M. paulum*.

7.2 PRILOG 2. DISTRIBUCIJA VRSTA *MERODON NANUS* GRUPE.A) Rasprostranjenje vrste *Merodon kopensis*.B) Rasprostranjenje vrste *Merodon nanus*.



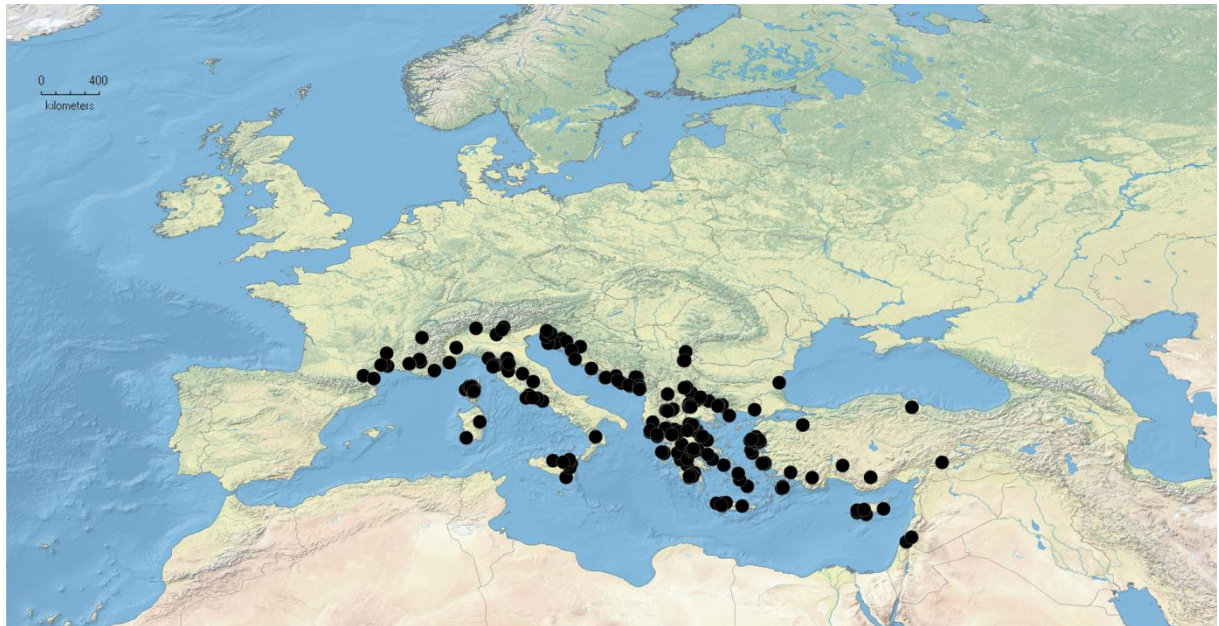
C) Rasprostranjenje vrste *Merodon neonanus*.



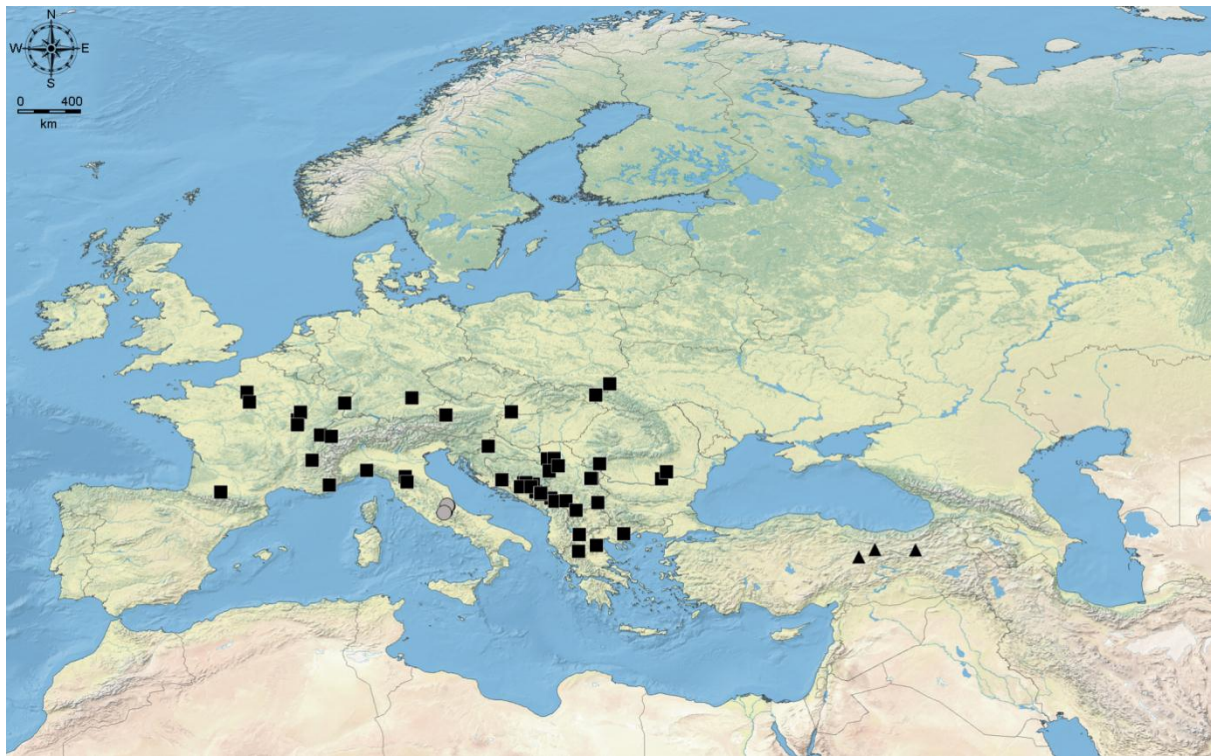
D) Rasprostranjenje vrste *Merodon rasicus*.



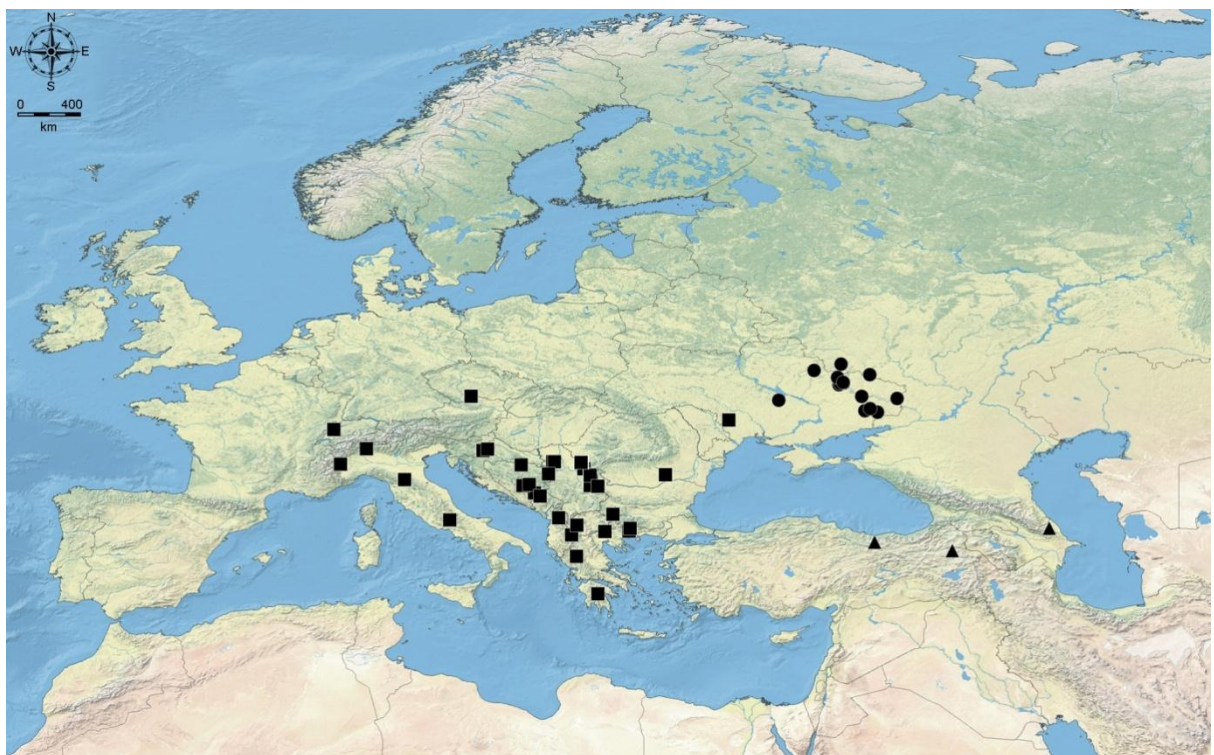
E) Rasprostranjenje vrste *Merodon telmateia*.

7.3 PRILOG 3. DISTRIBUCIJA VRSTA *MERODON AVIDUS* KOMPLEKSA.A) Rasprostranjenje vrste *Merodon avidus*.B) Rasprostranjenje vrsta ▲ *Merodon moenium*; ■ *Merodon megavidus*; ● *Merodon ibericus*.

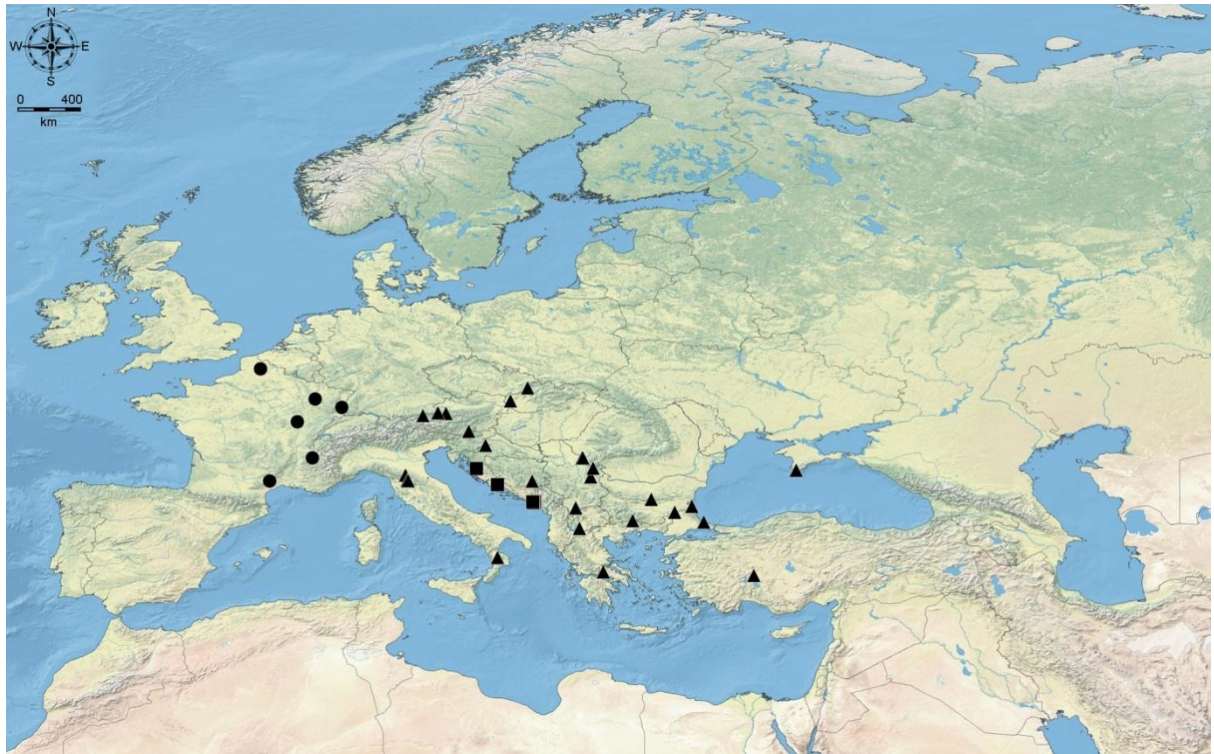
7.4 PRILOG 4. DISTRIBUCIJA VRSTA *MERODON RUFICORNIS* GRUPE.



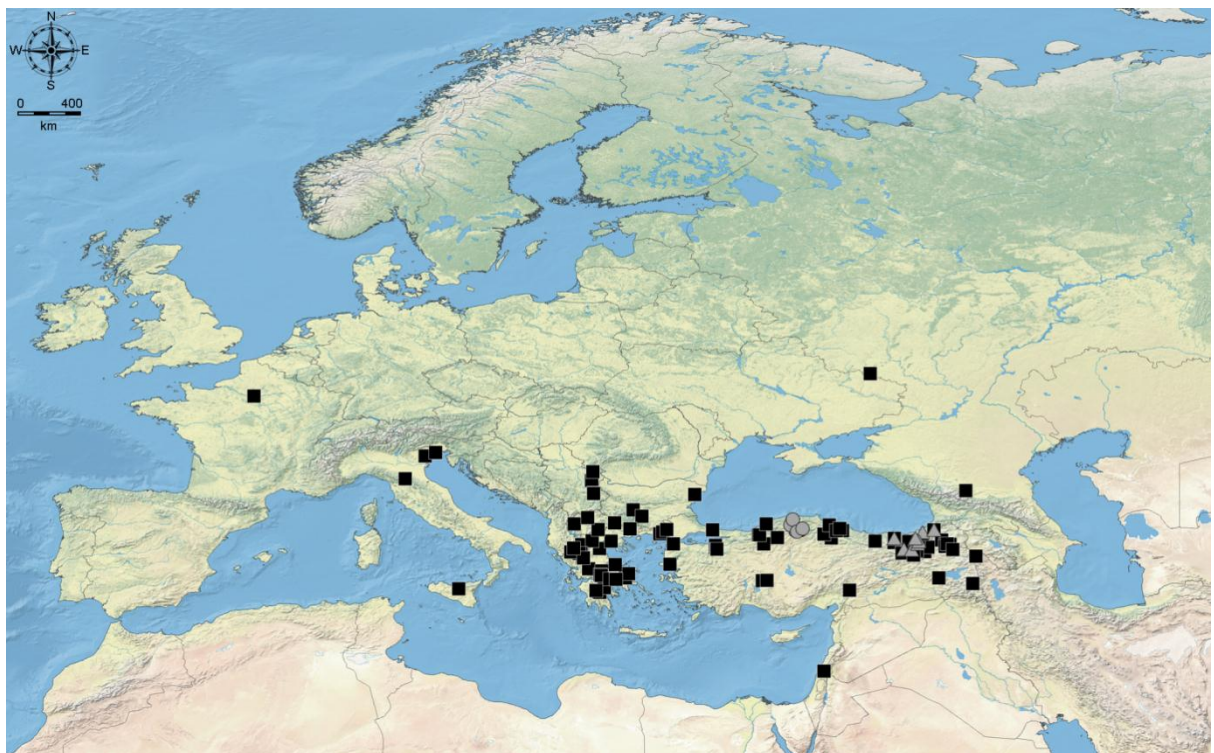
A) Rasprostranjenje vrsta ■ *M. ruficornis*; ● *M. abruzzensis*; ▲ *M. lamellatus*.



B) Rasprostranjenje vrsta ■ *M. auripes*; ● *M. alexandri*; ▲ *M. ponticus*.



C) Rasprostranjenje vrsta ▲ *M. trebevicensis*; ● *M. gallicus*; ▲ *M. hoplitis*.



D) Rasprostranjenje vrsta ■ *M. loewi*; ● *M. ovaloides*; ▲ *M. turcicus*.

7.5 PRILOG 5. MERODON AUREUS GRUPA. SPISAK JEDINKI KORIŠĆENIH U GEOMETRIJSKO-MORFOMETRIJSKIM ANALIZAMA OBLIKA KRILA.

Podgrupa	Kompleks	Vrsta	Država	Populacija	Σ		
<i>aureus</i>	<i>M. aureus</i>		Italija	Apoane	2		
				Ballino	16		
			Srbija	Kopaonik	18		
				Stara planina	19		
				<hr/>			
	<i>aureus</i>	<i>M. calidus</i>		Grčka	Arcadia	10	
					Drama	9	
					Ilia	4	
					Laconia	1	
					Dadia	21	
				Crna Gora	Mainalo	4	
					Olimp	7	
					Orijen	8	
					Srbija	Đerdap	16
					<hr/>		
	<i>M. ortus</i>			Iran	Tehran	4	
				Azerbejdžan	Caucasus	6	
				<hr/>			
				<i>M. albidus</i>	Turska	Ankara	12
						Bolu	3
Mugla	3						
<i>M. unicolor</i>	Španija	Andaluzija	7				
		Madrid	1				
		Sierra Nevada	7				
		<hr/>					
<i>cinereus</i>	<i>M. aerarius</i>		Hrvatska	Velebit	26		
			Italija	Piza	2		
				Bologna	5		

			Castiglione dei Peboli	5
		Crna Gora	Orijen	55
			Boka Kotorska	3
			Stara planina	23
		Srbija	Užice	1
			Tara	1
			Trabzon	4
	<i>M. aff. atratus</i>	Turska	Rize	8
			Artvin	2
<i>atratus</i>	<i>M. atratus</i>	Austrija	Hohe Tauern	15
	<i>M. balkanicus</i>	Srbija	Stara planina	11
	<i>M. virgatus</i>	Grčka	Olimp	10
		Crna Gora	Durmitor	25
	<i>M. cinereus</i>	Austrija	Hohe Tauern	35
	<i>M. moesiacus</i>	Srbija	Stara planina	8
			Kopaonik	24
	<i>M. cinereus</i>	Bugraska	Rodopi	2
		Hrvatska	Velebit	38
	<i>M. oromediterraneus</i>	Makedonija	Kožuf	14
		Crna Gora	Orijen	2
			Prokletije	4
	<i>M. atricapillatus</i>	Grčka	Krit	11
<i>caerulescens</i>	<i>M. caerulescens</i>	Grčka	Rodos	25
	<i>M. robustus</i>	Grčka	Samos	18
			Atlas	22
<i>chalybeus</i>	<i>chalybeus</i>	Maroko	Tetouan- Tanger	2
	<i>M. chalybeus</i>		Ouzzane	1
		Španija	Andaluzija	2

		Malaga	2
		Ciudad Real	2
		Thasos	7
		Achaia	8
	<i>M. minutus</i>	Grčka	1
		Chania	1
		Attiki	1
	<i>M. paulum</i>	Italija	17
		Yenisarbademli	16
	<i>M. bessarabicus</i>	Turska	10
		Cankiri	8
	<i>bessarabicus</i>	Pčinja	8
		Srbija	15
	<i>M. subnigrum</i>	Stara planina	19
		Evros	29
		Grčka	5
		Pindos	5
	<i>M. androites</i>	Grčka	23
		Achaia	14
	<i>bessarabicus</i>	Attiki	6
		Evros	7
	<i>M. austerus</i>	Grčka	7
		Olimp	1
	<i>luteomaculatus</i>	Srbija	4
		Pčinja	4
	<i>M. erymanthius</i>	Grčka	15
	<i>M. luteomaculatus</i>	Crna Gora	13
		Orijen	13
	<i>M. peloponnesius</i>	Grčka	20
		Laconia	20
		Mainalo	1
	<i>M. ambiguus</i>	Grčka	25
	<i>ambiguus</i>	Srbija	22
		Đerdap	22
	<i>M. ispartensis</i>	Turska	18
		Davraz	18

			Mugla	2
			Bozdag	32
	<i>M. bozdagensis</i>	Turska	Denizli	2
			Kipar	26
	<i>M. cyprensis</i>	Kipar	Kipar	26
	<i>sapphous</i>		Merkez	4
			Davraz	19
	<i>M. sapphous</i>	Turska	Yenisarbademli	20
			Mangalia	19
	<i>M. dobrogensis</i>	Rumunija	Evros	8
		Grčka	Izmir	2
	<i>dobrogensis</i>		Bozdag	11
		Turska	Lezbos	5
	<i>M. puniceus</i>	Turska	Erymanthos	15
		Grčka	Pindos	1
			Olimp	1
	<i>M. rojoi</i>	Grčka		
Ukupno				1.066

7.6 PRILOG 6. MERODON NANUS GRUPA. SPISAK JEDINKI KORIŠĆENIH U GEOMETRIJSKO-MORFOMETRIJSKIM ANALIZAMA OBLIKA KRILA.

Vrsta	Država	Populacija	Σ
<i>M. kopensis</i>	Turska	Aksaraj	1
		Bajburt	6
		Erzincan	4
		Erzurum	1
		Helvadere	1
		Mugla	2
<i>M. nanus</i>	Grčka	Lezbos	5
	Sirija	Haifa	5
		Hermon “Ljodl”	2 4
	Turska	Aksaraj	1
		Bingol	1
		Cornelek	2
Kahramanmaras Kurdistan		1 1	
<i>M. neonanus</i>	Makedonija	Skopje	1
	Grčka	Hios	15
		Samos	1
	Turska	Bajburt	2
		Isparta	11
		Koycegiz jezero	3
		Manisa Mugla	1 8
<i>M. rasicus</i>	Grčka	Kavala	1
	Iran	Fars Darab	1
	Srbija	Kopaonik	4
	Turska	Hakari	12
Kastamonu		4	
<i>M. telmateia</i>	Grčka	Samos	8
	Turska	Ardahan	1
		Bajburt	69
		Burdur	6
		Erzurum	52
		Isparta	2
		Kars	3
		Mugla	31
		Rize	9
Ukupno		282	

7.7 PRILOG 7. MERODON AVIDUS KOMPLEKS. LISTA JEDINKI KORIŠĆENIH U GEOMETRIJSKO-MORFOMETRIJSKIM ANALIZAMA OBLIKA KRILA.

Vrsta	Država	Populacija	Σ
<i>M. avidus</i>	Bugarska	Pirin*	8
	Hrvatska	Umag*	22
	Grčka	Drama*	14
		Lezbos*	21
		Olimp*	20
		Peloponez*	15
		Pindos*	20
	Italija	Piemonte*	16
		Pisa*	20
	Crna Gora	Durmitor	2
	Srbija	Đerdapska klisura	3
		Malinik*	9
		Pčinja*	32
		Dubašnica	1
Turska	jezero Baffa	5	
<i>M. ibericus</i>	Maroko	Atlas*	20
	Španija	Cádiz	2
		Sierra Nevada*	15
<i>M. moenium</i>	Italija	Zuclo*	10
		Castiglione Dei Pepoli	6
	Crna Gora	Durmitor*	18
	Srbija	Đerdapska klisura*	36
		Dubašnica*	18
		Kopaonik*	16
		Stara Planina*	23
		Fruška Gora*	17
		Malinik*	10
		Tara*	21
Vršačke Planine	6		
<i>M. megavidus</i>	Grčka	Lesbos ostrvo*	18
Ukupno			444

7.8 PRILOG 8. MERODON AUREUS GRUPA. LISTA JEDINKI KORIŠĆENIH U GEOMETRIJSKO-MORFOMETRIJSKIM ANALIZAMA OBLIKA SURSTILA.

Grupa	Kompleks	Vrsta	Država	Σ	
<i>aureus</i>	<i>aureus</i>	<i>M. calidus</i>	Grčka	6	
			Srbija	2	
	<i>unicolor</i>	<i>M. aureus</i>	Srbija	28	
		<i>M. unicolor</i>	Španija	26	
<i>cinereus</i>	<i>atratus</i>	<i>M. aerarius</i>	Crna Gora	26	
			Hrvatska	6	
		<i>M. atratus</i>	Austrija	16	
		<i>M. balkanicus</i>	Srbija	14	
	<i>cinereus</i>	<i>M. virgatus</i>	Crna Gora	18	
			Grčka	16	
	<i>caerulescens</i>	<i>M. cinereus</i>	Austrija	50	
		<i>M. moesiacus</i>	Srbija	32	
		<i>M. oromediterraneus</i>	Hrvatska	28	
			Bugarska	2	
		<i>M. caerulescens</i>	Grčka	12	
		<i>M. atricapillatus</i>	Grčka	8	
<i>chalybeus</i>	<i>chalybeus</i>	<i>M. robustus</i>	Grčka	16	
		<i>M. chalybeus</i>	Maroko	26	
		<i>M. minutus</i>	Grčka	18	
		<i>M. paulum</i>	Italija	10	
<i>bessarabicus</i>	<i>bessarabicus</i>	<i>M. bessarabicus</i>	Srbija	24	
		<i>M. androsi</i>	Grčka	6	
	<i>luteomaculatus</i>			Grčka	20
		<i>M. austerus</i>	Crna Gora	2	
			Srbija	2	
		<i>M. erymanthosi</i>	Grčka	10	
	<i>ambiguus</i>	<i>M. luteomaculatus</i>	Crna Gora	18	
		<i>M. peloponessusi</i>	Grčka	24	
	<i>sapphous</i>	<i>M. ambiguus</i>	Grčka	16	
			Srbija	12	
<i>M. ispartensis</i>		Turska	8		
<i>M. bozdagensis</i>		Turska	10		
<i>dobrogensis</i>	<i>M. sapphous</i>	Kipar	44		
	<i>M. sapphous</i>	Turska	24		
<i>dobrogensis</i>	<i>dobrogensis</i>	<i>M. dobrogensis</i>	Rumunija	24	
Ukupno				596	

7.9 PRILOG 9. MERODON AVIDUS KOMPLEKS. LISTA JEDINKI KORIŠĆENIH U GOMETRIJSKO-MORFOMETRIJSKIM ANALIZAMA OBLIKA GENITALNOG APARATA MUŽJAKA.

Vrsta	Država	Σ
<i>M. avidus</i>	Hrvatska	7
	Grčka	9
	Italija	13
	Srbija	13
	Turska	5
<i>M. ibericus</i>	Maroko	16
	Španija	17
<i>M. moenium</i>	Crna Gora	8
	Srbija	22
<i>M. megavidus</i> sp. nov.	Grčka	15
Ukupno		125

7.10 PRILOG 10. MERODON AUREUS GRUPA. LISTA JEDINKI KORIŠĆENIH U ANALIZI KLIMATSKIH PROFILA VRSTA.

Grupa	Kompleks	Vrsta	Država	Σ
<i>aureus</i>	<i>aureus</i>	<i>M. aureus</i>	Austrija	1
			Bosna i Hercegovina	11
			Bugarska	1
			Francuska	6
			Italija	43
			Crna Gora	3
			Srbija	131
			Slovenija	3
			Švajcarska	2
	<i>calidus</i>	<i>M. calidus</i>	Bosna i Hercegovina	1
			Makedonija	2
			Grčka	115
			Crna Gora	37
			Srbija	45
<i>ortus</i>	<i>M. ortus</i>	Azerbejdžan	15	
		Iran	7	
<i>albidus</i>	<i>M. albidus</i>	Turska	6	
<i>unicolor</i>	<i>M. unicolor</i>	Andora	2	
		Francuska	2	
		Španija	35	
<i>bessarabicus</i>	<i>ambiguus</i>	<i>M. ambiguus</i>	Bugarska	1
			Grčka	51
			Rumunija	2
			Srbija	34
	<i>ispartensis</i>	<i>M. ispartensis</i>	Turska	46
	<i>bessarabicus</i>	<i>M. bessarabicus</i>	Turska	26
	<i>subnigrum</i>	<i>M. subnigrum</i>	Bugarska	4
			Hrvatska	1
			Makedonija	4
			Grčka	84
			Srbija	75
			Slovenija	2
	<i>androites</i>	<i>M. androites</i>	Grčka	14
<i>austerus</i>	<i>M. austerus</i>	Bugarska	2	
		Grčka	88	
		Srbija	4	
<i>erymanthius</i>	<i>M. erymanthius</i>	Grčka	24	
		Bosna i Hercegovina	1	
		Crna Gora	22	
<i>naxius</i>	<i>M. naxius</i>	Grčka	3	
<i>peloponnesius</i>	<i>M. peloponnesius</i>	Grčka	23	
<i>bozdagensis</i>	<i>M. bozdagensis</i>	Turska	25	
<i>cyprensis</i>	<i>M. cyprensis</i>	Kipar	165	
<i>sapphous</i>	<i>M. sapphous</i>	Grčka	17	
		Turska	45	

<i>chalybeus</i>	<i>chalybeus</i>	<i>M. chalybeus</i>	Alžir	17
			Grčka	1
			Libija	10
			Maroko	43
			Portugalija	10
			Španija	23
			Tunis	24
		<i>M. minutus</i>	Albanija	1
		Grčka	130	
		<i>M. paulum</i>	Italija	26
<i>M. robustus</i>	Kipar	9		
	Grčka	48		
<i>cinereus</i>	<i>atratus</i>	<i>M. atratus</i>	Austrija	56
			Francuska	4
			Italija	25
			Švajcarska	104
		<i>M. aff. atratus</i>	Turska	26
		<i>M. balkanicus</i>	Bugarska	1
			Srbija	9
		<i>M. virgatus</i>	Hrvatska	8
			Makedonija	1
			Grčka	17
	Crna Gora		78	
	Srbija		9	
	<i>caerulescens</i>	<i>M. atricapillatus</i>	Grčka	172
		<i>M. caerulescens</i>	Grčka	274
	<i>cinereus</i>	<i>M. cinereus</i>	Austrija	258
			Francuska	71
			Nemačka	1
Italija			179	
Lihtenštajn			16	
Slovenija			8	
Švajcarska			146	
<i>M. moesiacus</i>		Bosna i Hercegovina	10	
		Bugarska	2	
		Srbija	132	
<i>M. oromediterraneus</i>		Albanija	1	
		Bosna i Hercegovina	5	
		Bugarska	4	
	Hrvatska	119		
	Makedonija	20		
	Grčka	7		
	Crna Gora	11		
Srbija	13			
<i>dobrogensis</i>	<i>M. dobrogensis</i>	Grčka	9	
		Rumunija	22	
	<i>M. puniceus</i>	Grčka	8	
		Turska	8	
		Grčka	25	
Ukupno			3.432	

7.11 PRILOG 11. MERODON NANUS GRUPA. LISTA JEDINKI KORIŠĆENIH U ANALIZI KLIMATSKIH PROFILA VRSTA.

Vrsta	Država	Σ
<i>M. neonanus</i>	Turska	20
	Grčka	51
	Makedonija	1
<i>M. nanus</i>	Grčka	9
	Izrael	75
	Turska	12
	Liban	2
	Jermenija	1
	Iran	1
<i>M. kopensis</i>	Turska	19
<i>M. rasicus</i>	Grčka	2
	Turska	21
	Azerbejdžan	1
	Srbija	7
	Ukrajina	1
	Iran	1
<i>M. telmateia</i>	Turska	250
	Grčka	11
	Izrael	1
	Rusija	1
Ukupno		487

7.12 PRILOG 12. MERODON AVIDUS KOMPLEKS. LISTA JEDINKI KORIŠĆENIH U ANALIZI KLIMATSKIH PROFILA VRSTA.

Vrsta	Država	Σ
<i>M. avidus</i>	Albanija	1
	Bosna i Hercegovina	2
	Bugarska	10
	Crna Gora	108
	Francuska	146
	Grčka	422
	Hrvatska	55
	Italija	185
	Izrael	2
	Kipar	10
	Makedonija	52
	Srbija	182
	Turska	8
<i>M. ibericus</i>	Maroko	22
	Španija	26
<i>M. megavidus</i>	Grčka	52
<i>M. moenium</i>	Andora	1
	Bosna i Hercegovina	2
	Crna Gora	115
	Danska	4
	Francuska	77
	Grčka	29
	Holandija	1
	Hrvatska	24
	Italija	92
	Makedonija	18
	Nemačka	5
	Rumunija	3
	Slovačka	7
	Slovenija	2
	Srbija	443
	Švajcarska	25
Švedska	4	
Ukupno		2.135

7.13 PRILOG 13. MERODON RUFICORNIS GRUPA. LISTA JEDINKI KORIŠĆENIH U ANALIZI KLIMATSKIH PROFILA VRSTA.

Klaster	Vrsta	Država	Σ
Klaster 1	<i>M. abruzzensis</i>	Italija	9
		<i>M. lamellatus</i>	Turska
	<i>M. ruficornis</i>	Austrija	4
		Bosna i Hercegovina	23
		Hrvatska	62
		Francuska	12
		Nemačka	1
		Grčka	8
		Mađarska	4
		Italija	3
		Crna Gora	13
		Rumunija	4
		Srbija	42
		Slovačka	1
		Švajcarska	13
		Ukrajina	1
Klaster 2	<i>M. alexandri</i>	Rusija	5
		Ukrajina	35
	<i>M. auripes</i>	Albanija	1
		Austrija	4
		Bosna i Hercegovina	7
		Bugarska	1
		Hrvatska	2
		Grčka	13
		Italija	4
		Makedonija	3
		Crna Gora	1
		Rumunija	1
		Srbija	62
		Švajcarska	2
		Ukrajina	2
		<i>M. ponticus</i>	Azerbejdžan
Turska	2		
Klaster 3	<i>M. galiccus</i>	Francuska	12
		Hrvatska	119
	<i>M. hoplitis</i>	Crna Gora	75
		Austrija	5
	<i>M. trebevicensis</i>	Bosna i Hercegovina	1
		Bugarska	6
		Hrvatska	1
Grčka		2	

		Italija	8	
		Makedonija	1	
		Srbija	24	
		Slovačka	3	
		Turska	2	
		Ukrajina	1	
Klaster 4	<i>M. loewi</i>	Bugarska	5	
		Francuska	2	
		Grčka	111	
		Izrael	1	
		Italija	5	
		Makedonija	18	
		Rusija	2	
		Srbija	60	
		Turska	90	
		<i>M. ovaloides</i>	Turska	5
		<i>M. turcicus</i>	Turska	15
Ukupno		1.401		

8. LITERATURA

- Ačanski J., Nedeljković Z., Vujić A., Radenković S., Šimić S. (2013a): Ekološke razlike između blisko srodnih taksona *Chrysotoxum vernale* A i *Chrysotoxum vernale* B (Diptera: Syrphidae). Simpozijum entomologa Srbije., Tara, Srbija, Knjiga apstrakata, 41.
- Ačanski J., Nedeljković Z., Vujić A., Radenković S., Šimić S. (2013b): *Surstylus* geometric morphometry - a new approach in hoverfly (Diptera: Syrphidae) taxonomy. 7th International Symposium on the Syrphidae, Novosibirsk, Russia, Book of abstracts, 10-11.
- Ačanski J., Miličić M., Likov L., Milić D., Radenković S., Vujić A. (2016b): Environmental niche divergence of species from *Merodon ruficornis* group (Diptera: Syrphidae). Archives of Biological Sciences, OnLine-First (00): 95-95.
- Ačanski J., Vujić A., Djan M., Obreht Vidaković D., Ståhls G., Radenković S. (2016a): Integrative taxonomy in defining species boundaries in *Merodon avidus* complex (Diptera, Syrphidae). *European Journal of Taxonomy*, 237: 1-25.
- Adams D.C., Rohlf F.J., Slice D.E. (2013): A field comes of age: geometric morphometrics in the 21st century. *Hystrix*, 24 (1):7-14.
- Andrić A., Šikoparija B., Obreht D., Đan M., Preradović J., Radenković S., Pérez - Bañón C., Vujić A. (2014): DNA barcoding applied: identification of the larva of *Merodon avidus* (Diptera: Syrphidae). *Acta Entomologica Musei Nationalis Praga*, 54 (2): 741-757.
- Balletto E., Casale A. (1991): Mediterranean Insect conservation. In: Collins N.M., Thomas J.A. (eds) The conservation of insects and their habitats. London: Academic Press.p. 121-142.
- Baracchi D., Dapporto L., Turillazzi S. (2011): Relevance of wing morphology in distinguishing and classifying genera and species of Stenogastrinae wasps. *Contributions to Zoology*, 80: 191-199.
- Betts C.R., Wootton R.J. (1988): Wing shape and flight behaviour in butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea): a preliminary analysis. *Journal of Experimental Biology*, 138 (1): 271-288.

- Birdsall K., Zimmerman E., Teeter K., Gibson G. (2000): Genetic variation for the positioning of wing veins in *Drosophila melanogaster*. *Evolution and Development* 2 (1): 16-24.
- Bond J.E., Stockman A.K. (2008): An integrative method for delimiting cohesion species: finding the population-species interface in a group of Californian trapdoor spiders with extreme genetic divergence and geographic structuring. *Systematic Biology*, 57 (4): 628-646.
- Bookstein F.L. (1989): 'Size and Shape': a comment on semantics. *Systematic Zoology*, 38: 173-180.
- Bookstein F.L. (1991): Morphometric tools for landmark data: Geometry and Biology. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bookstein F.L. (1997): Landmark methods for forms without landmarks: morphometrics of group differences in outline shape. *Medical Image Analysis*, 1: 225-243.
- Breuker C.J., Gibbs M., Van Dongen S., Merckx T., Van Dyck H. (2010): The use of geometric morphometrics in studying butterfly wings in an evolutionary ecological context. In: Elewa A.M.T. (eds) *Morphometrics for Nonmorphometricians*. Springer Berlin Heidelberg. p. 271-287.
- Chatzaki M., Lymberakis P., Markakis G., Mylonas M. (2005): The distribution of ground spiders (Araneae, Gnaphosidae) along the altitudinal gradient of Crete, Greece: species richness, activity and altitudinal range. *Journal of Biogeography*, 32 (5): 813-831.
- Chatzimanolis S., Trichas A., Giokas S., Mylonas M. (2003): Phylogenetic analysis and biogeography of Aegean taxa of the genus *Dendarus* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Insect Systematics & Evolution*, 34 (3): 295-312.
- Çiplak B. (2003): Distribution of Tettigoniinae (Orthoptera, Tettigoniidae) bush-crickets in Turkey: the importance of the Anatolian Taurus Mountains in biodiversity and implications for conservation. *Biodiversity and Conservation*, 12: 47- 64.
- Conn D.L.T. (1979): Morphological and behavioural differences in populations of *Merodon equestris* (F.) (Diptera, Syrphidae). *Entomologists' monthly magazine*, 114: 1364-1367.
- Coope G.R. (1994): The Response of Insect Faunas to Glacial-Interglacial Climatic Fluctuations. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 344 (1307): 9-26.
- Dapporto L. (2008): Geometric morphometrics reveal male genitalia differences in the *Lasiommata megera/paramegaera* complex (Lepidoptera, Nymphalidae) and the lack of

- a predicted hybridization area in the Tuscan Archipelago. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 46: 224-230.
- Dapporto L. (2010): Speciation in Mediterranean refugia and post-glacial expansion of *Zerynthia polyxena* (Lepidoptera, Papilionidae). *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 48 (3): 229-237.
- Dayrat B. (2005): Towards integrative taxonomy. *Biological Journal of the Linnean Society*, 85: 407-415.
- Dennis R.L., Shreeve T.G., Olivier A., Coutsis J.G. (2000): Contemporary geography dominates butterfly diversity gradients within the Aegean archipelago (Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperioidea). *Journal of Biogeography*, 27 (6): 1365-1383.
- DeVries P.J., Penz C.M., Hill R.I. (2010): Vertical distribution, flight behaviour and evolution of wing morphology in *Morpho* butterflies. *Journal of Animal Ecology*, 79 (5): 1077-1085.
- Douris V., Giokas S., Lecanidou R., Mylonas M., Rodakis G.C. (1998): Phylogenetic analysis of mitochondrial DNA and morphological characters suggest a need for taxonomic re-evaluation within the Aloiinae (Gastropoda: Clausiliidae). *Journal of Molluscan Studies*, 64 (1): 81-92.
- Dworkin I., Gibson G. (2006): Epidermal growth factor receptor and transforming growth factor- β signaling contributes to variation for wing shape in *Drosophila melanogaster*. *Genetics*, 173: 1417-1431.
- Encyclopedia of Life. Dostupno na: www.eol.org.
- Fattorini S. (2002): Biogeography of the tenebrionid beetles (Coleoptera, Tenebrionidae) on the Aegean Islands (Greece). *Journal of Biogeography*, 29 (1): 49-67.
- Fink J., Kukla G.J. (1977): Pleistocene Climates in Central Europe: At least 17 Interglacials after the Olduvai Event. *Quaternary Research*, 7: 363-371.
- Fitzpatrick S.M., Wellington W.G. (1983): Contrasts in the territorial behaviour of three species of hover flies (Diptera: Syrphidae). *The Canadian Entomologist*, 115(05): 559-566.
- Footitt R.G., Adler P.H. (2009): Insect biodiversity: science and society. John Wiley & Sons.
- Francuski Lj., Ludoški J., Vujić A., Milankov V. (2009): Wing geometric morphometric inferences on species delimitation and intraspecific divergent units in the *Merodon*

- ruficornis* group (Diptera, Syrphidae) from the Balkan Peninsula. *Zoological Science*, 26: 301-308.
- Francuski Lj., Ludoški J., Vujić A., Milankov V. (2011): Phenotypic evidence for hidden biodiversity in the *Merodon aureus* group (Diptera, Syrphidae) on the Balkan Peninsula: conservation implication. *Journal of Insect Conservation*, 15: 379-388.
- Franklin D., Oxnard C.E., O'Higgins P., Dadour I. (2007): Sexual dimorphism in the subadult mandible: quantification using geometric morphometrics. *Journal of forensic sciences*, 52 (1): 6-10.
- Free J.B. (1993): *Insect Pollination of Crops*. Academic Press, London.
- Funk D.J., Nosil P., Etges W.J. (2006): Ecological divergence exhibits consistently positive associations with reproductive isolation across disparate taxa. *Proceedings of the National Academy of USA*, 103: 3209-3213.
- Gayzik F.S, Mao M.Y., Danelson K.A., Slice D.E., Stitzel J.D. (2008): Quantification of age-related shape change of the human rib cage through geometric morphometrics. *Journal of biomechanics*, 41 (7): 1545-1554.
- Glumac S. (1958): Građe hipopigijuma (genitalia externa) sirfida (Syrphidae, Diptera) nađenih u Jugoslaviji i njihov značaj u filogenetskoj sistematici. *Glasnik Prirodnjačkog Muzeja u Beogradu*, 12: 99-167.
- Glumac S. (1959): Proučavanje građe hipopigijuma nekih vrsta sirfida (Syrphidae: Diptera) iz zbirke britanskog prirodnjačkog muzeja. *Letopis naučnih radova poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu*, 3: 1-14.
- Glumac S. (1960): Prirodan sistem sirfida (Syrphidae, Diptera) zasnovan na građi genitalnih aparata i načinu razvitka larava sa karakteristikama familija i tribusa. *Glasnik Prirodnjačkog Muzeja u Beogradu*, 16: 69-103.
- Google Inc. Google Earth. Mountain View, California, USA. 2015. www.google.com/earth.
- Graham C.H., Ron S.R., Santos J.C., Schneider C.J., Moritz C. (2004): Integrating phylogenetics and environmental niche models to explore speciation mechanisms in dendrobatid frogs. *Evolution*, 58 (8):1781-1793.
- Habel J.C., Drees C., Schmitt T., Assmann T. (2010): Refugial areas and postglacial colonisations in the Western Palearctic. In: Habel JC, Assmann T. (eds) *Relict Species -*

- Phylogeography and Conservation Biology. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag. p.189-198.
- Habel J.C., Meyer M., El Mousadik A., Schmitt T. (2008): Africa goes Europe: The complete phylogeography of the marbled white butterfly species complex *Melanargia galathea*/*M. lachesis* (Lepidoptera: Satyridae). *Organisms Diversity and Evolution*, 8 (2): 121-129.
- Hewitt G.M. (1996): Some genetic consequences of ice ages, and their role, in divergence and speciation. *Biological Journal of the Linnean Society*, 58 (3): 247-276.
- Hewitt G.M. (1999): Post-glacial re-colonization of European biota. *Biological Journal of the Linnean Society*, 68 (1-2): 87-112.
- Hewitt G.M. (2001): Speciation, hybrid zones and phylogeography- or seeing genes in space and time. *Molecular Ecology*, 10 (3): 537-549.
- Hewitt G.M. (2004): Genetic consequences of climatic oscillations in the Quaternary. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 359 (1442): 183-195.
- Hijmans R.J., Cameron S.E., Parra J.L., Jones P.G., Jarvis A. (2005): Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 25 (15): 1965-1978.
- Hijmans R.J., Guarino L., Mathur P. (2012): DIVA-GIS. v.7.5. A geographic information system for the analysis of species distribution data. www.diva-gis.org.
- Hippa H., Ståhls G. (2005): Morphological characters of adult Syrphidae: descriptions and phylogenetic utility. *Acta Zoologica Fennica*, 215: 1-72.
- Hosken D.J., Stockley P. (2004): Sexual selection and genital evolution. *Trends in Ecology & Evolution*, 19 (2): 87-93.
- Hurkmans W. (1987): *Merodon telmateia*, a new hoverfly from Turkey (Diptera: Syrphidae). *Entomologische Berichten, Amsterdam*, 478: 119-121.
- Hurkmans W. (1988): Ethology and ecology of *Merodon* in Turkey (Diptera: Syrphidae). *Entomologische Berichten, Amsterdam*, 48: 107-114.
- Hurkmans, W. (1993): A monograph of *Merodon* (Diptera: Syrphidae). Part 1. *Tijdschrift Voor Entomologie*, 136: 147-234.
- Hurkmans W., Hayat R. (1997): Ethology and ecology of *Merodon* (Diptera: Syrphidae) in Turkey II with descriptions of new species and some notes on other syrphid flies. *Dipterists Digest*, 3: 62-79.

- Hutchinson G.E. (1957): Concluding remarks. In: Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology, 22: 415-427.
- Ivanović A., Kalezić M.L. (2013): Evolucionarna morfologija: teorijske postavke i geometrijska morfometrija. Biološki fakultet, Beograd.
- Kabos W.J. (1939): Over de biologie van *Merodon equestris* Fabr. (Narcisvlieg). *Entomologische Berichten, Amsterdam*, 10: 136-139.
- Khaghaninia S., Jafarlu M., Khiaban N.G., Askari O. (2010): Introduction to Hover Flies (Diptera: Syrphidae) of Sunflower and Pumpkin Fields in West Azerbaijan Province-Iran. *Munis Entomology & Zoology Journal*, 5: 270-277.
- Klingenberg C.P. (2011): MORPHOJ: an integrated software package for geometric Morphometrics. Ver.2. 0. [Computer software and manual]. *Molecular Ecology Resources*, 11: 353-357.
- Klingenberg C.P. (2013): Visualizations in geometric morphometrics: how to read and how to make graphs showing shape changes. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 24 (1): 15-24.
- Klingenberg C. P., Monteiro L. R. (2005): Distances and directions in multidimensional shape spaces: implications for morphometric applications. *Systematic Biology*, 54: 678-688
- Konstantinov A.S., Korotyaev B.A., Volkovitsh M.G. (2009): Insect biodiversity in the Palearctic Region. In: Footitt R.G., Adler P.H. (eds) Insect biodiversity: science and society. Oxford, UK: Wiley-Blackwell. p.107-162.
- Kustov S.Y. (2006): Zoogeographical Analysis of the Hoverfly Fauna (Diptera, Syrphidae) of the Northwestern Caucasus. *Entomological Review*, 86: 188-196.
- Lawing A.M., Polly P.D. (2010): Geometric morphometrics: recent applications to the study of evolution and development. *Journal of Zoology*, 280 (1): 1-7.
- Marcos-García M.A., Vujić A., Mengual X. (2007): Revision of Iberian species of the genus *Merodon* Meigen, 1803 (Diptera: Syrphidae). *European Journal of Entomology*, 104: 531- 572.
- Marcos-García M.A., Vujić A., Ricarte A., Ståhls G. (2011): Towards an integrated taxonomy of the *Merodon equestris* species complex (Diptera: Syrphidae) including description of a new species, with additional data on Iberian *Merodon*. *The Canadian Entomologist*, 143: 332-348.

- Martinson D.G., Piasias N.G., Hays J.D., Imbrie J., Moore T.C., Shackleton N.J. (1987): Age dating and the orbital theory of the ice ages: development of a high resolution 0-300,000 year chronostratigraphy. *Quaternary Research*, 27: 1-29.
- Medley K.A. (2010): Niche shifts during the global invasion of the Asian tiger mosquito, *Aedes albopictus* Skuse (Culicidae), revealed by reciprocal distribution models. *Global Ecology and Biogeography*, 19 (1): 122-133.
- Mengual X., Ståhls G., Vujić A., Marcos-García M. (2006): Integrative taxonomy of Iberian *Merodon* species (Diptera, Syrphidae). *Zootaxa*, 1377: 1-26.
- Mezey J.G., Houle D. (2005): The dimensionality of genetic variation for wing shape in *Drosophila melanogaster*. *Evolution*, 59: 1027-1038.
- Milankov V., Ludoški J., Ståhls G., Stamenković J., Vujić A. (2009): High molecular and phenotypic diversity in the *Merodon avidus* complex (Diptera, Syrphidae): cryptic speciation in a diverse insect taxon. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 155: 819-833.
- Milankov V., Ståhls G., Vujić A. (2008a): Molecular diversity of populations of the *Merodon ruficornis* group on the Balkan Peninsula. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 46: 143-152.
- Milankov V., Ståhls G., Vujić A. (2008b): Genetic diversity of populations of *Merodon aureus* and *M. cinereus* species complexes (Diptera, Syrphidae): integrative taxonomy and implications for conservation priorities on the Balkan Peninsula. *Conservation Genetics*, 9: 1125-1137.
- Milankov V., Vujić A., Ludoški, J. (2001): Genetic divergence among cryptic taxa of *Merodon avidus* (Rossi, 1790) (Diptera: Syrphidae). *International Journal of Dipterological Research*, 2: 15-24.
- Milankov V., Vujić A., Šimić S. (2002): Identifying the species of the *ruficornis* group of the genus *Merodon* Meigen (Diptera: Syrphidae) using morphological and genetic markers. *Studia dipterologica*, 1: 319-326.
- Moraes E.M., Spressola V.L., Prado P.R.R., Costa L.F., Sene F.M. (2004): Divergence in wing morphology among sibling species of *Drosophila buzzatii* cluster. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 42: 154-158.

- Mutanen M, Pretorius E. (2007): Subjective visual evaluation vs. traditional and geometric morphometrics in species delimitation: a comparison of moth genitalia. *Systematic Entomology*, 32: 371-386.
- Mylonas M. (1982): The zoogeography and ecology of the terrestrial molluscs of Cyclades. *University of Athens*.
- Nedeljković Z., Ačanski J., Đan M., Obreht-Vidaković D., Ricarte Sabater A.R. and Vujić A. (2015): An integrated approach to delimiting species borders in the genus *Chrysotoxum* Meigen, 1803 (Diptera: Syrphidae), with description of two new species. *Contributions to Zoology*, 84 (4): 285-304.
- Nedeljković Z., Ačanski J., Stepanov J., Vujić A., Radenković S., Ricarte A. (2013b): Ecological divergence in closely related taxa of the *Chrysotoxum festivum* species complex (Diptera: Syrphidae). 7th International Symposium on the Syrphidae, Novosibirsk, Russia, Book of abstracts, 30-31.
- Nedeljković Z., Ačanski J., Vujić J., Obreht D., Đan M., Ståhls G., Radenković S. (2013a): Taxonomy of *Chrysotoxum festivum* Linnaeus, 1758 (Diptera: Syrphidae) - an integrative approach. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 169: 84-102.
- Nicholls J.A., Preuss S., Hayward A., Melika G., Csóka G.Y., Nieves-Aldrey J., Askew R.R., Tavakoli M., Schönrogge K., Stone G.N. (2010): Concordant phylogeography and cryptic speciation in two Western Palaearctic oak gall parasitoid species complexes. *Molecular Ecology*, 19 (3): 592-609.
- Nosil P. (2012): Ecological speciation. UK: Oxford University Press.
- Nosil P., Luke J.H., Ole S. (2009): Ecological explanations for (incomplete) speciation. *Trends in Ecology & Evolution*, 24 (3): 145-156.
- Nuñez J.A., Liria J. (2016): Cephalopharyngeal geometric morphometrics in three blowfly species (Diptera: Calliphoridae). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4: 338-341.
- O'Donnell M.S., Ignizio D.A. (2012): Bioclimatic predictors for supporting ecological applications in the conterminous United States. *U.S. Geological Survey Data Series*, 691 (10).
- Outomuro D., Adams D.C., Johansson F. (2013): The evolution of wing shape in ornamented-winged damselflies (Calopterygidae, Odonata). *Evolutionary biology*, 40 (2): 300-309.

- Padial J.M., Miralles A., De la Riva I. Vences M. (2010): The integrative future of taxonomy. *Frontiers in zoology*, 7 (16): 1.
- Pape T., Thompson F.C. (2013): Systema Dipterozum, Version [1.5]. www.diptera.org
- Peck L.V. (1988): Syrphidae. In A. Soos and L. Papp (Eds) Catalogue of Palaearctic Diptera Budapest: Akadémiai Kiadó. p.11-230.
- Pehlivan E., Akbulut N. (1991): Some investigations on the syrphid species attacking on *Narcissus* in Karaburun (Izmir) and the biology and control measures of *Merodon eques* (F.) (Diptera). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 15: 47-81.
- Penman T.D., Mahony M.J., Towerton A.L., Lemckert F.L. (2005): Bioclimatic analysis of disjunct populations of the giant burrowing frog, *Heleioporus australiacus*. *Journal of Biogeography*, 32: 397-405.
- Perissoratis C., Conispolatis N. (2003): The impacts of sea- level changes during latest Pleistocene and Holocene times on the morphology of the Ionian and Aegean seas (SE Alpine Europe). *Marine Geology*, 196: 145-156.
- Perrard A., Baylac M., Carpenter J. M., Villemant C. (2014). Evolution of wing shape in hornets: Why is the wing venation efficient for species identification? *Journal of Evolutionary Biology*, 27: 2665-2675.
- Petanidou T., Vujić A., Ellis W.N. (2011): Hoverfly diversity (Diptera: Syrphidae) in a Mediterranean scrub community near Athens, Greece. *Annales de la Société Entomologique de France*, 47: 168-175.
- Petersen M.J. (2013): Evidence of a climatic niche shift following North American introductions of two crane flies (Diptera; genus *Tipula*). *Biological invasions*, 15 (4): 885-897.
- Peterson A.T. (2011): Ecological niche conservatism: a time-structured review of evidence. *Journal of Biogeography*, 38 (5): 817-827.
- Pizzo A., Mercurio D., Palestrini C., Roggero A., Rolando A. (2006): Male differentiation patterns in two polyphenic sister species of the genus *Onthophagus* Latreille, 1802 (Coleoptera: Scarabaeidae): a geometric morphometric approach. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 44 (1): 54-62.

- Popov G.V. (2006): A large narcissus fly, *Merodon equestris* (Fabricius, 1794) (Diptera: Syrphidae), little known pest of ornamental bulbous plants in Ukraine. *The Kharkov Entomological Society Gazette*, 9: 144-150.
- Popov G. V. (2010): *Merodon alexandri* spec. nov. - a new species of hoverfly (Diptera: Syrphidae) from the northern Black Sea Region. *Studia dipterologica*, 16: 133-151.
- Popović D., Ačanski J., Đan M., Obreht D., Vujić A., Radenković S. (2015): Sibling species delimitation and nomenclature of the *Merodon avidus* complex (Diptera: Syrphidae). *European Journal of Entomology*, 112 (4): 790.
- Popović D., Đan M., Šašić L., Šnjegota D., Obreht D., Vujić A. (2014): Usage of different molecular markers in delimitation of cryptic taxa in *Merodon avidus* species complex (Diptera: Syrphidae). *Acta Zoologica Bulgarica*, 7: 33-38.
- Poudel R.C, Moeller M., Gao L.M., Ahrends A., Baral S.R., Liu J., Thomas P., Li D.Z. (2012): Using morphological, molecular and climatic data to delimitate yews along the Hindu Kush-Himalaya and adjacent regions. *PLoS ONE*, 7 (10): e46873.
- Proctor M, Yeo P, Lack A (1996): *The Natural History of Pollination*, The New Naturalist Series, Harper & Collins Publishers, New York.
- QGIS Development Team (2016): QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. www.qgis.org.
- Radenković S. (1993): Rod *Merodon* Meigen 1803 (Diptera: Syrphidae) na području jugoslovenskih zemalja. Novi Sad, Diplomski rad.
- Radenković S., Vujić A., Ståhls G., Pérez-Bañón C, Rojo S, Petanidou T., Šimić S. (2011): Three new cryptic species of the genus *Merodon* Meigen (Diptera: Syrphidae) from the island of Lesbos (Greece). *Zootaxa*, 2735: 35-56.
- Radenković S., Vujić A., Šimić S. (2002): On the identity and synonymy of two species from *Merodon ruficornis* Meigen group (Diptera: Syrphidae). *Acta entomologica Serbica*, 7: 51-57.
- Reemer M., Smit J. (2007): Some hoverfly records from Turkey (Diptera, Syrphidae). *Volucella*, 8: 135-146.
- Ricarte A., Marcos-García M.A., Rotheray G.E. (2008): The early stages and life histories of three *Eumerus* and two *Merodon* species (Diptera, Syrphidae) from the Mediterranean region. *Entomologica Fennica*, 19: 129-141.

- Rissler J.L., Apodaca J.J. (2007): Adding More Ecology into Species Delimitation: Ecological Niche Models and Phylogeography Help Define Cryptic Species in the Black Salamander (*Aneides flavipunctatus*). *Systematic Biology*, 56: 924-942.
- Rohlf F.J. (1990): Fitting curves to outlines. In: Rohlf F. J., Bookstein F. L. (eds.) Proceedings of the Morphometrics Workshop. The University of Michigan Museum of Zoology, Ann Arbor, MI. p.167-177.
- Rohlf F.J. (2006): TpsDig - Digitize Landmarks and Outlines. Ver. 2.05. [Computer software and manual]. New York, USA: Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook.
- Rohlf F.J., Slice D.E. (1990): Extensions of the Procrustes method for the optimal superimposition of landmarks. *Systematic Zoology*, 39: 40-59.
- Rosenberg M.S., Anderson C.D. (2011): PASSaGE: Pattern Analysis, Spatial Statistics and Geographic Exegesis. Version 2. *Methods in Ecology and Evolution*, 2 (3): 229-232.
- Rotheray G.E. (1993): Color guide to hoverfly larve. *Dipterist Digest*, 9: 1-156.
- Rotheray G.E., Gilbert F.S. (1999): Phylogeny of Palearctic Syrphidae (Diptera): evidence from larval stages. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 127: 1-112.
- Rotheray G.E., Gilbert F.S. (2011): The Natural History of Hoverflies. Forrest Text. Camarthen.
- Routtu J, Mazzi D, Van Der Linde K, Mirol P, Butlin RK, Hoikkala A. The extent of variation in male song, wing and genital characters among allopatric *Drosophila montana* populations. *Journal of evolutionary biology*. 2007 Jul 1;20(4):1591-601.
- Sadeghi S., Adriaens D., Dumont H.J. (2009): Geometric morphometric analysis of wing shape variation in ten European populations of *Calopteryx splendens* (Harris, 1782) (Zygoptera: Odonata). *Odonatologica*, 38 (4): 343-360.
- Sánchez-Fernández D., Lobo J.M., Abellán P., Millán A. (2011): Environmental niche divergence between genetically distant lineages of an endangered water beetle. *Biological Journal of the Linnean Society*, 103 (4):891-903.
- Saribiyik S. (2003): Milesiinae Fauna of Kahramanmaraş's Andirin Town (Diptera: Syrphidae). *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 11: 159-164.

- Šašić L., Ačanski J., Vujić A., Ståhls G., Radenković S., Milić D., Vidaković D.O., Dan M. (2016): Molecular and Morphological Inference of Three Cryptic Species within the *Merodon aureus* Species Group (Diptera: Syrphidae). *PLoS ONE*, 11(8), p. e0160001.
- Seddon J.M., Santucci F., Reeve N., Hewitt G.M. (2002): Caucasus Mountains divide postulated postglacial colonization routes in the white-breasted hedgehog, *Erinaceus concolor*. *Journal of Evolutionary Biology*, 15 (3): 463-467.
- Sfenthourakis S., Giokas S., Mylonas M. (1999): Testing for nestedness in the terrestrial isopods and snails of Kyklades islands (Aegean archipelago, Greece). *Ecography*, 22 (4): 384-395.
- Sheets H.D. (2012): IMP software series. Buffalo, New York: Canisius College.
- Šimić S. (1982): Značaj građe genitalnog aparata mužjaka u taksonomiji roda *Sphaerophoria* (Diptera: Syrphidae). *Acta Entomologica Jugoslavica*, 1: 87-93.
- Soto I.M., Carreira V.P., Soto E.M., Márquez F., Lipko P., Hasson E. (2013): Rapid divergent evolution of male genitalia among populations of *Drosophila buzzatii*. *Evolutionary Biology*, 40 (3): 395-407.
- Speight M.C.D. (2012): Species accounts of European Syrphidae (Diptera). Syrph the Net, the database of European Syrphidae, vol. 69, Syrph the Net publications, Dublin.
- Speight M.C.D. (2015): Species accounts of European Syrphidae (Diptera). Syrph the Net, the database of European Syrphidae, vol. 83, Syrph the Net publications, Dublin.
- Ståhls G., Vujić A., Petanidou T., Cardoso P., Radenković S., Ačanski J., Pérez Bañón C., Rojo, S. (2016): Phylogeographic patterns of *Merodon* hoverflies in the Eastern Mediterranean region: revealing connections and barriers. *Ecology and evolution*, 6 (7): 2226- 2245.
- Ståhls G., Vujić A., Perez-Banon C., Radenković S., Rojo S., Petanidou T. (2009). COI barcodes for identification of *Merodon* hoverflies (Diptera, Syrphidae) of Lesbos Island, Greece. *Molecular Ecology Resources*, 9: 1431-1438.
- StatSoft Inc. (2012): STATISTICA (data analysis software system), Ver. 12. www.statsoft.com.
- Stepanenko O.V., Popov G.V. (1997): On the immature stages biology of *Merodon nigratarsis* Rondani, 1845 (Diptera, Syrphidae). *The Krakov Entomology Society Gazette*, 5: 40-43

- Stockman A.K., Bond J.E. (2007): Delimiting cohesion species: extreme population structuring and the role of ecological interchangeability. *Molecular Ecology*, 16 (16): 3374-3392.
- Stuckenberg B.R. (1956): The immature stages of *Merodon bombiformis* Hull, a potential pest of bulbs in South America (Diptera: Syrphidae). *Journal of the Entomological Society of South America*, 19: 219-224.
- Taberlet P, Fumagalli L, Wust-Saucy A, Cosson J. (1998): Comparative phylogeography and postglacial colonization routes in Europe. *Molecular Ecology*, 7 (4): 453-464.
- Thompson F.C. (2005): Biosystematic Database of World Diptera. Version 7.5. www.sel.barc.usda.gov/Diptera/biosys.htm.
- Thompson F.C., Rotheray G.E. (1998): Family Syrphidae. In: Papp L., Darvas B. (eds.) Contributions to a manual of Palaearctic Diptera: with special reference to flies of economic importance. Budapest: Science Herald. p.81-139.
- Treiber R. (1987): Beobachtungen zur Ökologie von *Merodon rufus* (Meigen, 1846). *Naturkundlichen Beiträge des DJN*, 18: 64.
- Tofilski A. (2008): Using geometric morphometrics and standard morphometry to discriminate three honeybee subspecies. *Apidologie*, 39 (5): 558-563.
- Ujvárosi L., Bálint M., Schmitt T., Mészáros N., Ujvárosi T., Popescu O. (2010): Divergence and speciation in the Carpathians area: patterns of morphological and genetic diversity of the crane fly *Pedicia occulta* (Diptera: Pediciidae). *Journal of the North American Benthological Society*, 29 (3): 1075-1088.
- Van Veen M. (2004): Hoverflies of Northwest Europe. KNNV Publishing, Utrecht, Netherlands.
- Vardinoyannis K. (1994): Biogeography of land snails in the south Aegean island arc. *University of Athens*.
- Villemant C., Simbolotti G., Kenis M. (2007): Discrimination of *Eubazus* (Hymenoptera, Braconidae) sibling species using geometric morphometrics analysis of wing venation. *Systematic Entomology*, 32 (4): 625-634.
- Vujić A., Glumac S. (1994): Some views on Syrphidae (Diptera) phylogeny. *Zbornik Matice Srpske za prirodne nauke*, 84: 13-17.
- Vujić A., Marcos-García M.A., Sarıbiyık S., Ricarte A. (2011): New data for the *Merodon* Meigen 1803 fauna (Diptera: Syrphidae) of Turkey including a new species description

- and status changes in several taxa. *Annales de la Societe Entomologique de France*, 47: 78-88.
- Vujić A., Perez-Banon C., Radenković S., Ståhls G., Rojo S., Petanidou T., Šimić S. (2007): Two new species of genus *Merodon* Meigen, 1803 (Syrphidae, Diptera) from the island of Lesbos (Greece), in the eastern Mediterranean. *Annales de la Societe Entomologique de France*. 43: 319-326.
- Vujić A., Petanidou T., Tscheulin T., Cardoso P., Radenković S., Ståhls G., Baturan Ž., Mijatović G., Rojo S., Pérez-Bañón C., Devalez, J. (2016): Biogeographical patterns of the genus *Merodon* Meigen, 1803 (Diptera: Syrphidae) in islands of the eastern Mediterranean and adjacent mainland. *Insect Conservation and Diversity*, 9: 181-191.
- Vujić A., Radenković S., Ačanski J., Grković A., Taylor M., Şenol S.G., Hayat R. (2015): Revision of the species of the *Merodon nanus* group (Diptera: Syrphidae) including three new species. *Zootaxa* 4006 (3): 439-462.
- Vujić A., Radenković S., Likov L., Trifunov S., Nikolić T. (2013b): Three new species of the *Merodon nigritarsis* group (Diptera: Syrphidae) from the Middle East. *Zootaxa*, 3640: 442-464.
- Vujić A., Radenković S., Ståhls G., Ačanski J., Stefanović A., Veselić S., Andrić A., Hayat R. (2012): Systematics and taxonomy of the *ruficornis* group of genus *Merodon* Meigen (Diptera: Syrphidae). *Systematic Entomology*, 37: 578-602.
- Vujić A., Ståhls G., Ačanski J., Bartsch H., Bygebjerg R., Stefanović A. (2013a): Systematics of Pipizini and taxonomy of European *Pipiza* Fallen: molecular and morphological evidence (Diptera: Syrphidae), *Zoologica Scripta*, 3: 288-305.
- Vujić A., Šimić S. (1994): Syrphidae (Insecta: Diptera) Vršackih planina. Monographs, Matica Srpska, Novi Sad.
- Vujić A., Šimić S., Milankov V., Radović D., Radišić P., Radnović D (1998): Fauna Syrphidae (Insecta: Diptera) Obedske bare, značaj i potreba zaštite, Beograd, Zavod za zaštitu prirode Srbije. p.71.
- Wooten J.A., Gibbs H.L. (2012): Niche divergence and lineage diversification among closely related *Sistrurus* rattlesnakes. *Journal of Evolutionary Biology*, 25 (2): 317-328.
- Yeaman S., Chen Y., Whitlock M.C. (2010): No effect of environmental heterogeneity on the maintenance of genetic variation in wing shape in *Drosophila melanogaster*. *Evolution*, 64: 3398-3408.

- Yee W.L., Sheets H.D., Chapman P.S. (2011): Analysis of surstylus and aculeus shape and size using geometric morphometrics to discriminate *Rhagoletis pomonella* and *Rhagoletis zephyria* (Diptera: Tephritidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 104: 105-114.
- Zelditch M.L., Swiderski D.L., Sheets H.D., Fink W.L. (2004): *Geometric Morphometrics for Biologists: A Primer*. London: Elsevier Academic Press.
- Zhang L., Liu T., Zhan Q., Li L., Li Y., Zhao Z., Ma R. (2016): Wing shape variation among three biotypes of *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae). *The Pan-Pacific Entomologist*, 92 (1): 44-50.
- Zhou W.W., Wen Y., Fu J., Xu Y.B., Jin J.Q., Ding L., Min M.S., Che J., Zhang Y.P. (2012): Speciation in the *Rana chensinensis* species complex and its relationship to the uplift of the Qinghai-Tibetan Plateau. *Molecular Ecology*, 21 (4): 960-973.
- Zhu G., Liu G., Bu W., Lis J.A. (2013): Geographic distribution and niche divergence of two stinkbugs, *Parastrachia japonensis* and *Parastrachia nagaensis*. *Journal of Insect Science*, 13 (1): 102.
- Zhong M., Hill G.M., Gomez J.P., Plotkin D., Barber J.R., Kawahara A.Y. (2016): Quantifying Wing Shape and Size of Saturniid Moths with Geometric Morphometrics. *The Journal of the Lepidopterists' Society*, 70 (2): 99-107.



Jelena Ačanski je rođena 26.09.1982. godine u Somboru. Osnovnu školu je završila u Sivcu, a gimnaziju “Veljko Petrović” u Somboru. Studije biologije je upisala na Prirodno-matematičkom fakultetu u Novom Sadu školske 2001/2002. Diplomski rad na temu “Baza podataka vrsta roda *Merodon* (Meigen, 1803) (Diptera: Syrphidae)” je odbranila 13.2.2009. godine. Upisala je master studije modul zoologija na Prirodno-matematičkom fakultetu u Novom Sadu školske 2009/2010. Završni rad pod naslovom „Distribucija roda *Merodon* (Meigen, 1803) (Diptera: Syrphidae) u Evropi “ je odbranila 2010. godine sa ocenom 10.

Jelena Ačanski se bavi taksonomijom, sistematikom i biogeografijom osolikih muva (Syrphidae: Diptera). U okviru istraživanja koristi metode geometrijske morfometrije, statističke analize ekoloških niša vrsta. Uvela je metodu geometrijske morfometrije genitalnog aparata mužjaka kao i statističku analizu ekoloških parametara u taksonomiju osolikih muva. Autor je i koordinator baze podataka osolikih muva Balkanskog poluostrva i muzejskih zbirki.

Od 01. februara 2010. do 01. januara 2011. godine bila je zaposlena na Prirodno-matematičkom fakultetu u Novom Sadu preko međunarodnog FP7 projekta STEP (Status and Trends of European Pollinators). Od 01. januara 2011. do 01. jula 2015. godine je bila zaposlena na Prirodno-matematičkom fakultetu u Novom Sadu radi realizacije projekata "Konzervaciona strategija za očuvanje zaštićenih i strogo zaštićenih vrsta u Srbiji - osolike muve (Diptera: Syrphidae) kao model organizmi" broj OI 173002 i "Biosensing tehnologije i globalni sistem za kontinuirana istraživanja i integrisano upravljanje ekosistemima" broj III 43002 Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije. Od 01. jula 2015. zaposlena u Institutu BioSens kao istraživač saradnik.

U toku doktorskih studija je učestvovala je u realizaciji praktične nastave iz predmeta “Zoologija beskičmenjaka” i “Morfologija i sistematika beskičmenjaka” tokom školske 2010/2011, 2011/2012 i 2012/2013 godine.

U toku istraživačkog rada boravila je u nekoliko evropskih muzeja radi pregleda i popisivanja insekatskog materijala potrebnog za izradu disertacije: Musee National d’Histoire Naturelle, Pariz, Francuska, Zoologisches Museum of the Humboldt University, Berlin, Nemačka, Naturhistorisches Museum Wien, Beč, Austrija, Naturalis Biodiversity Center, Leiden, Holandija. Učestvovala je u mnogim naučno-terenskim istraživanjima na području Evrope, Afrike i Male Azije.

Autor je dva i koautor deset radova objavljenih u časopisu međunarodnog značaja sa SCI liste i dvanaest saopštenja sa skupova međunarodnog i nacionalnog značaja.

Učestvovala je u realizaciji dva nacionalna i dva međunarodna projekta. Član je Entomološkog društva Srbije i Akademskog društva za izučavanje i zaštitu prirode Novi Sad.



UNIVERZITET U NOVOM SADU • PRIRODNO-MATEMATIČKI
FAKULTET 21000 Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 3

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj, RBR:	
Identifikacioni broj, IBR:	
Tip dokumentacije, TD:	Monografska dokumentacija
Tip zapisa, TZ:	Tekstualni štampani materijal
Vrsta rada, VR:	Doktorska disertacija
Autor, AU:	MSc Jelena Ačanski
Mentor, MN:	Prof. dr Snežana Radenković
Naslov rada, NR:	Taksonomija i distribucija vrsta roda <i>Merodon</i> (Meigen, 1803) (Diptera: Syrphidae) u Palearktiku
Jezik publikacije, JP:	Srpski (latinica)
Jezik izvoda, JJ:	Srpski/Engleski
Zemlja publikovanja, ZP:	Srbija
Uže geografsko područje, UGP:	AP Vojvodina
Godina, GO:	2016
Izdavač, IZ:	Autorski reprint
Mesto i adresa, MA:	Novi Sad, Departman za biologiju i ekologiju, PMF, Trg Dositeja Obradovića 2
Fizički opis rada, FO:	Poglavlja (8), strana (209) literaturnih citata (166), tabela (94), slika (96), priloga (13)
Naučna oblast, NO:	Biologija
Naučna disciplina, ND:	Entomologija
Predmetna odrednica/ ključne reči, PO:	Syrphidae, <i>Merodon</i> , <i>avidus</i> , <i>aureus</i> , <i>nanus</i> , <i>ruficornis</i> , geometrijska morfometrija, ekološka niša, taksonomija, kriptična vrsta, specijacija, distribucija
Univerzalna decimalna klasifikacija, UDK:	
Čuva se, ČU:	Biblioteka Departmana za biologiju i ekologiju, PMF Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 2, 21000 Novi Sad
Važna napomena, VN:	nema

Izvod, IZ:	<p>Predmet ovog istraživanja su vrste iz <i>Merodon aureus</i>, <i>M. nanus</i> i <i>M. ruficornis</i> grupe i <i>M. avidus</i> kompleksa sa područja Palearktika. Usled izuzetne morfološke sličnosti pomenutih vrsta, korišćene su tri različite metode u cilju utvrđivanja prisustva skrivenih taksona i definisanja granica vrsta. Komparativnom geometrijsko-morfometrijskom analizom su obuhvaćene vrste iz <i>M. aureus</i> i <i>M. nanus</i> grupe i <i>M. avidus</i> kompleksa. Interspecijska varijabilnost <i>M. aureus</i> grupe i <i>M. avidus</i> kompleksa je analizirana sa dva geometrijsko-morfometrijska pristupa: analiza oblika krila - zasnovana na specifičnim tačkama (<i>landmarks</i>) i analiza oblika genitalnog aparata mužjaka - zasnovana na pomoćnim tačkama (<i>semilandmarks</i>). Sredinske niše su kvantifikovane i poredene "Point base" metodom i njome su obuhvaćene sve istraživane vrste. Uslovljenost razlika u obliku krila i surstila analiziranih vrsta geografskom distribucijom i klimatskim faktorima je testirana upotrebom Mantel testa. Dobijeni rezultati analize oblika krila i genitalnog aparata mužjaka ukazuju na veliki potencijal geometrijske morfometrije u detekovanju morfološke varijabilnosti, odnosno kriptičnih vrsta kod sirfida. Na osnovu oblika krila i genitalnog aparata mužjaka, unutar svih istraživanih grupa vrsta prepoznato je 45 nezavisnih evolucionih jedinica (<i>M. aureus</i> grupa - 36; <i>M. nanus</i> grupa - 5, <i>M. avidus</i> kompleks - 4). Sve kriptične vrste iz 12 analiziranih kompleksa vrsta su uspešno razdvojene, sa visokim procentom korektne klasifikacije jedinki. Rezultati ukazuju na veću moć diskriminacije oblika genitalnog aparata mužjaka u odnosu na krila. Razlike u obliku krila se odnose prvenstveno na promene u apikalnom delu krila što utiče na promene u dužini i širini ovog dela, dok su razlike u obliku genitalnog aparata mužjaka najvećim delom koncentrisane u posteriornom delu posteriornog lobusa surstila, delu genitalnog aparata mužjaka koja igra ključnu ulogu u pridržavanju ženki tokom kopulacije. Razlike u obliku krila nisu posledica geografske udaljenosti, kao ni razlika u ekološkim nišama vrsta. Uticaj abiotičkih parametara na razlike u obliku genitalnog aparata mužjaka nije zabeležen ni kod jedne od analiziranih vrsta, dok je uticaj geografske distribucije na razlike u obliku surstila zabeležen samo u jednom slučaju, kod <i>M. luteomaculatus</i> kompleksa vrsta. Ovi rezultati ukazuju da je izolacija putem distance imala glavnu ulogu u diverzifikaciji oblika genitalnog aparata mužjaka kod vrsta ovog kompleksa.</p> <p>Rezultati su pokazali da se klimatski profili svih analiziranih parova vrsta razlikuju u makar jednoj sredinskoj niši (PC osi), osim para vrsta <i>M. rojoi</i> - <i>M. puniceus</i> i <i>M. loewi</i> - <i>M. ovaloides</i>. Faktori koji najviše doprinose divergenciji klimatskih profila analiziranih vrsta predstavljaju esktrme tj. limitirajuće faktore poput niskih vrednosti padavina i temperature i fluktuacija temperaure tokom godine. Za razliku od široko rasprostranjenih vrsta, endemske vrste imaju uzak opseg nadmorskih visina na kojima se javljaju i uglavnom su vezane za planinska staništa. Takođe, imaju niske vrednosti standardne devijacije za većinu izdvojenih PC osa što ukazuje na njihovu striktnu klimatsku adaptibilnost. Prema rezultatima analize distribucije i specijskog diverziteta, Balkansko poluostrvo odlikuje najveći divezitet analiziranih vrsta. On predstavlja centar biodiverziteta za <i>M. aureus</i> grupu, a zajedno sa severnim delom Apeninskog poluostrva za <i>M. ruficornis</i> grupu, dok je najveći diverzitet vrsta <i>M. nanus</i> grupe zabeležen na jugozapadu i severoistoku Anadolije. Analize klimatskih profila i specijskog diverziteta zajedno sa rezultatima geometrijske morfometrije ukazuju da je geološka istorija, tj. kontrakcije areala tokom glacijacija i interglacijacija, značajno uticala na diverzifikaciju istraživanih grupa u refugijumima zapadnog Palearktika.</p>
Datum prihvatanja teme od NN veća, DP:	27. 03. 2014.
Datum odbrane, DO	
Članovi komisije, KO: Predsednik:: Mentor: član: član:	<p>Dr Ante Vujić, redovni profesor, Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad Dr Snežana Radenković, vanredni profesor, Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad Dr Ljubiša Stanisavljević, vanredni profesor, Biološki fakultet, Beograd Dr Zorica Nedeljković, naučni saradnik, Institut BioSens, Novi Sad</p>



UNIVERSITY OF NOVI SAD • FACULTY OF SCIENCES
21000 Novi Sad, Trg Dositeja Obradovica 3

KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number, ANO:	
Identification number, INO:	
Document type, DT:	Monograph publication
Type of record, TR:	Printed text
Content code, CC:	PhD thesis
Author, AU:	Jelena Ačanski MSc
Mentor/comentor, MN:	Prof. dr Snežana Radenković
Title, TI:	
Language of text, LT:	Serbian (Latin)
Language of abstract, LA:	English
Country of publication, CP:	Republic of Serbia
Locality of publication, LP:	AP of Vojvodina
Publication year, PY:	2016
Publisher, PU:	Author's reprint
Publication place, PP:	Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of Biology and Ecology, Trg Dositeja Obradovica 2
Physical description, PD	Chapters (8), pages (209), references (166), tables (94), figures (96), additional lists (13)
Scientific field, SF	Biology
Scientific discipline, SD	Entomology
Subject/ Key words, SKW:	Syrphidae, <i>Merodon</i> , <i>avidus</i> , <i>aureus</i> , <i>nanus</i> , <i>ruficornis</i> , geometric morphometry, ecological niche, taxonomy, criptic species, speciation, distribution
Universal decimal classification, UDC:	
Holding data, HD:	The Library of Department of Biology and Ecology, Faculty of Sciences, University of Novi Sad, Trg Dositeja Obradovica 2, 21000 Novi Sad, Serbia
Note, N:	none

<p>Abstract, AB:</p>	<p>The objects of this study are species from <i>Merodon aureus</i>, <i>M. nanus</i> and <i>M. ruficornis</i> groups, and <i>M. avidus</i> complex in Palaearctic. These species are characterised by great morphological similarity, and three different approaches were used to detect cryptic species and establish species boundaries. Species from <i>M. aureus</i> and <i>M. nanus</i> groups, and <i>M. avidus</i> complex were analysed using geometric morphometry. Interspecific variability of <i>M. aureus</i> group and <i>M. avidus</i> complex were studied using two approaches: landmark based wing shape analysis and semilandmark analysis of male genitalia. Ecological niche analysis were conducted for all analyzed species. Correlation between Squared Mahalanobis distances of both wing and surstylus, and geographic and environmental distances were addressed using the two tailed Mantel test. Geometric morphometric results indicate that wing and especially surstylus shape, have meaningful interspecific discriminatory power. Based on these characters 45 evolutionary independent units are recognized (<i>M. aureus</i> group - 36; <i>M. nanus</i> group - 5, <i>M. avidus</i> complex - 4). All cryptic species from 12 analysed species complexes were successfully distinguished with high overall classification success. Results showed that geometric morphometry of surstylus had a higher classification rate than wing geometric morphometry. The main wing shape differences are connected with apical part of the wing which influences his length and width.. The main differences in surstylus shape are connected to the posterior margin of the posterior part of the surstylus lobe, involved in gripping the female during copulation. Mantel tests revealed that geographic and environmental distances exhibited no association with wing and surstylus shape distance among investigated species, except in <i>M. luteomaculatus</i> complex. In this complex, Mantel test results suggested that isolation by distance had a major role in the diversification of male genitalia.</p> <p>Ecological niche analysis contributed to the species delimitation. These results demonstrated that among all related species, with the exception of species pairs <i>M. rojoi</i> - <i>M. puniceus</i> and <i>M. loewi</i> - <i>M. ovaloides</i>, overall or partial divergence in environmental space is present. Distribution patterns of all analyzed species are mainly affected by the limiting effects such as low temperature and precipitation values, as well as the temperature fluctuation during the year.</p> <p>Endemics and species with a narrow range had smaller altitudinal ranges and were mainly connected with mountainous areas. Additionally, low standard deviation values for endemic species reflect their narrow geographic distribution and very strict climatic adaptations, whereas large values for widely distributed species reflect their broad adaptability.</p> <p>According to the results of distribution and species diversity analysis, the Balkan Peninsula is characterized with highest diversity. It is a centre of biodiversity for <i>M. aureus</i> group, together with the northern part of the Apennine peninsula for <i>M. ruficornis</i> group, while the largest species diversity of <i>M. nanus</i> group is recorded in the southwest and northeast Anadolia.</p> <p>Distribution and species diversity analyses, together with the results of geometric morphometry indicate that geological history, i.e. range contraction during glaciations and interglaciations had a significant impact on the diversification of the studied groups in refuges in the Western Palaearctic.</p>
<p>Accepted by the Scientific Board, ASB:</p>	<p>37.03.2014.</p>
<p>Defended on, DE:</p>	
<p>Thesis defend board, DB: President: Mentor: Member: Member:</p>	<p>Dr Ante Vujić, full professor, Faculty of Sciences, Novi Sad Dr Snežana Radenković, assistant professor, Faculty of Sciences, Novi Sad Dr Ljubiša Stanisavljević, assistant professor, Faculty of Biology, Beograd Dr Zorica Nedeljković, research associate, BioSense Institute, Novi Sad</p>