

Studija

Prirodoslovne vrijednosti

ŠPILJE VRLOVKE



Autor: Mr. sc. Roman OZIMEC dipl. ing.

Kolovoz, 2011.

SADRŽAJ

1. Uvod	3
2. Povijesni pregled istraživanja Vrlovke	4
3. Podzemna staništa špilje Vrlovke.....	9
4. Ekološke karakteristike staništa špilje Vrlovke.....	11
5. Antropogeni utjecaji.....	14
6. Popis (Check list) špiljskih organizama Vrlovke.....	16
7. Analiza špiljske faune.....	19
8. Mjere i uvjeti zaštite prirode.....	28
9. Prijedlog monitoringa špilje Vrlovke.....	32
10. Literatura:.....	33
Prilog 1: Pregled najvažnijih ekoloških čimbenika podzemnih voda	35
Prilog 2: Mikroklimatska mjerenja U Vrlovci 2009. godine:	36

1. Uvod

Špilja Vrlovka jedna je od najstarijih poznatih i istraživanih špilja u Hrvatskoj koja već preko 150 godina privlači pažnju povjesničara, arheologa i prirodoslovaca, ali i izletnika, planinara i ljubitelja prirode. Brojni arheološki nalazi upućuju da je špilja korištena još u mlađem kamenom dobu – eneolitiku (Čučković, 1997). Biospeleološki nalazi bilježe se za Vrlovku već od polovice 19. Stoljeća, a ljepota špilje motivirala je planinare da je turistički uredi 1928. godine.

Spilja predstavlja važan prirodni resurs i turistički potencijal Pokuplja. Za općinu Kamanje, spilja Vrlovka predstavlja najvažniju okosnicu razvoja turizma, a time i osnovicu ekonomskog razvoja cijeloga kraja.

Za svaki prirodni resurs koji posjedujemo i koristimo potrebno je izvršiti valorizaciju, odnosno stručno istraživanje kako bi se prirodni fenomen u što većoj mjeri upoznao. Na osnovi elemenata poznavanja izrađuju se pravci konkretnog korištenja, pri čemu se prije svega vodi interes o održivosti prirodnog resursa.

U našem konkretnom slučaju, spilja Vrlovka predstavlja jedan složeni podzemni sustav koji još nije do kraja istražen i koji nudi iznimne mogućnosti daljnjeg istraživanja podzemlja okolice Kamanja, prvenstveno u pravcima fizikalne speleologije, biospeleologije, hidrologije, ekologije, geologije; ali i podzemne klimatologije, tektonike, arheologije, paleontologije i drugog. Istraživanjem dolazimo do novih spoznaja o samoj spilji, hidrogeološkim i ekološkim odnosima u lokvarskom podzemlju, prisutnom živom svijetu iznimno bogatom endemičnim vrstama i brojnim drugim aspektima važnima za ovaj kraj, ali i cijelu zajednicu.

Temeljem Ugovora o poslovnoj suradnji Ur. broj 2133-63-10-02 od 01. listopada 2010. godine kojeg su sklopili: **Natura Viva - Javna ustanova za upravljanje zaštićenim prirodnim vrijednostima Karlovačke županije** i **Samostalna znanstveno - stručna djelatnost Roman Ozimec**, te Annexa Ugovora Ur. broj: 2133-63-10-24, od 23. studenog 2010. godine, na osnovi literaturnih podataka, dosadašnjih vlastitih istraživanja, provedenih duže od 15 godina, te najrecentnijih namjenskih terenskih istraživanja provedenih u sklopu Phare projekta tijekom 2009. godine, pristupio sam izradi Studije biološke raznolikosti špilje Vrlovke.

Nadam se da će ova studija biti dobar temelj za izradu kvalitetnog Management plana spilje Vrlovke, ali i poticaj za daljnja istraživanja spilje.

2. Povijesni pregled istraživanja Vrlovke

Na području Karlovačke županije započela su prva biospeleološka istraživanja u Hrvatskoj, još polovicom 19. stoljeća. Ova istraživanja su se nastavila od strane brojnih biospeleologa sve do današnjih dana, međutim samo kroz nesustavne posjete speleološkim objektima i bez stručne podloge, speleološke i biospeleološke baze podataka. Ostvareni rezultati te brojne endemične špiljske svojte ukazali su na iznimno bogatstvo ovog faunističkog segmenta Hrvatske.

Prvi podaci o špilji Vrlovke datiraju u 1879. godinu kad u opsežnom djelu **Fauna kornjašah Trojedne Kraljevine**, Schlosser-Klekowski navodi nalaze desetak vrsta kornjaša (Coleoptera) za faunu špilje Vrlovke (Špilja kod Brloga). Iako u uvodu ovoga djela autor navodi da je sve nalaze za koje nije drukčije navedeno sakupio sam, vrelo je upitno da li je sakupljao u špilji i najvjerojatnije da je sakupljeni materijal kornjaša dobio od nekog drugoga.

U časopisu Hrvatska Vila, Dragutin Hirc objavljuje 1884. godine prve poznate podatke o Vrlovci u okviru članka **Špilje na hrvatskom Krasu**. U članku navodi prvi popis faune Vrlovke koju je sakupio dakle prije 1884. godine, a moguće je da od njega potječe materijal kojeg navodi Schlosser-Klekowski. Isto tako navodi pojedine vrste šišmiša koje je u Vrlovci utvrdio Emil Laszowski, koji je očito Vrlovku posjećivao isto tako prije 1884. godine.

Emil Laszowski objavljuje 1893. godine u časopisu Narodne novine prvi članak **Spilja kod Brloga na Kupu** koji je posvećen isključivo Vrlovci. U njemu navodi senzacionalan nalaz čovječje ribice (*Proteus anguinus*), za kojeg se danas smatra da je pogrešan.

Negdje krajem 19. Stoljeća u Vrlovci faunu puževa sakuplja djelatnik Hrvatskog prirodoslovnog muzeja u Zagrebu, F. Erjavec.

Konačno, 16. srpnja 1902. godine biospeleološka istraživanja u Vrlovci provode: kustos Hrvatskog prirodoslovnog muzeja iz Zagreba August Langhoffer, te njegov pomoćnik Mirko Šnap, pri čemu sakupljaju raznovrstan biološki materijal.

U listopadu 1912. godine špilju speleološki istražuje nestor hrvatske speleologije Josip Poljak, pri čemu mu pomaže i sakuplja faunu biolog Emil Rossler.

Ovaj sakupljeni materijal obrađen je od strane više stručnjaka i publiciran u radu **Fauna hrvatskih pećina (spilja) 1** (Fauna cavernarum Croatiae) I, kojeg A. Langhoffer objavljuje 1912. godine u sklopu izdanja tadašnje JAZU.

Na osnovi sakupljenih nalaza puževa poljski malakolog A.J. Wagner opisuje iz Vrlovke najprije 1913. godine podvrstu *Alopija bosniensis oreinos*, a 1919. godine podvrstu *Alopija bosniensis reducta*. Obje ove podvrste naknadno su sinonimizirane s vrstom ***Herilla bosniensis bosniensis***.

U listopadu iste 1913. godine geolog i speleolog **Josip Poljak** objavljuje u radu *Pećine okoliša lokvarskog i karlovačkog* prvi stručni članak o Vrlovki, s njezinim nacrtom, te prve poznate fotografije snimljene u Vrlovci. opisuje špilju.

Tijekom 1927. i 1928. Godine dobrovoljnim radom članovi HPD Runolist iz Zagreba uređuju špilju, a povodom otvorenja objavljuju prvu monografiju Vrlovke iz pera Marije i Vladimira Horvata, što je ujedno i prva monografija nekog speleološkog objekta u Hrvatskoj.

U razdoblju od 1937. do 1940. godine u Vrlovki biološki materijal barem u okviru sedam istraživačkih posjeta sakuplja slovenski biospeleolog **Egon Pretner**, a 1940. mu u društvu čini entomolog **Stjepan Svirčev**.

U razdoblju Drugog svjetskog rata nisu poznati istraživački posjeti i tek od 1953. do 1958. Godine faunu šišmiša špilje Vrlovke istražuje zagrebačka mamologinja Beatrice Đulić koja rezultate objavljuje u više radova.

Slovenski malakolog Jože Bole istražuje Vrlovku 06.10 1960. Godine pri čemu otkriva za znanost novu vrstu vodenog puža, kojeg opisuje već 1961. Godine pod imenom *Hauffenia media*.

Naredne, 1962. Godine Vrlovka je službeno zaštićena kao geomorfološki spomenik prirode.

U razdoblju od 1962. Do 1967. Godine Vrlovku biospeleološki istražuju J. Bole, E. Pretner pri čemu je 1967. Godine u društvu talijanskog entomologa **Giancarlo Drioli** iz Trsta.

U veljači 1972. Godine Vrlovku istražuje slovenski malakolog France Velkovrh.

Zbog dotrajalih instalacija špilja je 1982. godine preuređena za turističke posjete, pri čemu je svečano otvorena 4. Srpnja 1982. (Božičević, 1982.).

Od 1998. Do 2002. U više navrata faunu šišmiša istražuju zagrebački biolozi Draško Holcer, Darko Kovačić, Branko Jalžić i Igor Pavlinić.

U srpnju 1998. godine faunu špilje istražuju biospeleolozi Hrvoje Cvitanović i Roman Ozimec, pri čemu sakupljaju špiljsku faunu.

Od veljače do rujna 2009. Godine Vrlovka je višekratno istraživana u sklopu PHARE projekta pri čemu špilju istražuje više članova Hrvatskog biospeleološkog društva (J. Bedek, H. Cvitanović, K. Miculinić, R. Ozimec), a u sklopu projekta obavljeno je i filmsko snimanje špilje.

.

.

Sažeta kronologija istraživanja špilje Vrlovke

- Prije 1879.: sakupljena fauna kornjaša u Vrlovci (?J. Schlosser Klekowski)
- Prije 1884.: Emil Laszowski i Dragutin Hirc istraživali faunu u Vrlovci,
- 1884.: Dragutin Hirc objavljuje prvi poznati članak o Vrlovci s popisom faune
- 1893.: Emil Laszowski navodi nalaz čovječje ribice (*Proteus anguinus*) u Vrlovci
- Prije 1900.: U Vrlovci faunu puževa sakuplja F. Erjavec
- 16.07 1902.: Vrlovku istražuju A. Langhoffer i Mirko Šnap
- 25.10 1912.: Vrlovku istražuju J. Poljak i E. Rossler koji sakuplja špiljsku faunu
- 1913.: A. J. Wagner opisuje podvrstu *Alopija bosniensis oreinos*
- 1919.: A. J. Wagner opisuje podvrstu *Alopija bosniensis reducta*
- 1927-1928: Vrlovka je turistički uređena od strane članova HPD Runolist iz Zagreba
- 1928: tiskana je prva monografija Vrlovke od strane Marije i Vladimira Horvata
- 07.02 1937: Vrlovku biospeleološki istražuje E. Pretner
- 23.05 1937: Vrlovku biospeleološki istražuje E. Pretner
- 08.08 1937.: Vrlovku biospeleološki istražuje E. Pretner
- 26.09 1937.: Vrlovku biospeleološki istražuje E. Pretner
- 02.01 1938.: Vrlovku biospeleološki istražuje E. Pretner
- 06.10 1940: Vrlovku biospeleološki istražuje E. Pretner
- 03.11 1940.: Vrlovku biospeleološki istražuju E. Pretner i S. Svirčev
- 01.03 1953.: Faunu šišmiša istražuje B. Đulić
- 10.05 1953.: Faunu šišmiša istražuje B. Đulić
- 06.06.1954.: Faunu šišmiša istražuje B. Đulić
- 14.04 1957.: Faunu šišmiša istražuje B. Đulić
- Zima 1958: Faunu šišmiša istražuje B. Đulić
- 06.10 1960.: Vrlovku biospeleološki istražuje J. Bole
- 1961.: J. Bole opisuje vrstu puža *Hauffenia media*
- 1962.: Vrlovka je zaštićena kao geomorfološki spomenik prirode
- 22.10 1962.: Vrlovku biospeleološki istražuje E. Pretner
- 27.10 1962.: Vrlovku biospeleološki istražuje J. Bole
- 31.05.1967.: Vrlovku biospeleološki istražuju E. Pretner i G. Drioli
- 18.06 1967.: Vrlovku biospeleološki istražuju E. Pretner i G. Drioli
02. 1974.: Vrlovku biospeleološki istražuje F. Velkovrh
- 25.01 1998.: Faunu šišmiša istražuje D. Holcer
- 08.07 1998.: faunu špilje istražuju H. Cvitanović i R. Ozimec
- 09.07 1998.: Faunu šišmiša istražuju D. Holcer i D. Kovačić
- 23.01 2002.: Faunu šišmiša istražuju I. Pavlinić i B. Jalžić
- 25.02 2002.: Faunu šišmiša istražuje D. Holcer i I. Pavlinić
- 26.02.2009: istraživano u sklopu PHARE projekta (R. Ozimec)
- 17.-21.03 2009: istraživano u tri navrata u sklopu PHARE projekta (J. Bedek, R. Ozimec)
- 06.06 2009: istraživano u sklopu PHARE projekta (K. Miculinić, J. Bedek, M. Lukić)
- 17.09 2009: istraživano u sklopu PHARE projekta (J. Bedek, H. Cvitanović)

Sinonimija špilje Vrlovke:

Špilja kod Brloga (Schlosser-Klekowski, 1879)

Vrlovka kod Brloga na Kupi (Hirc, 1898)

(Hirc, 1905)

Vrlovka pećina, kod Brloga nadomak Ozlju (Langhoffer, 1912;1915)

Pećina Vrlovka (Poljak, 1913)

Vrlovka ili Brlovka (M. i V. Horvat)

Vrlovka höhle (Bei Ozalj) (Wolf, 1935)

Pećina Vrlovka (Baučić, 1945)

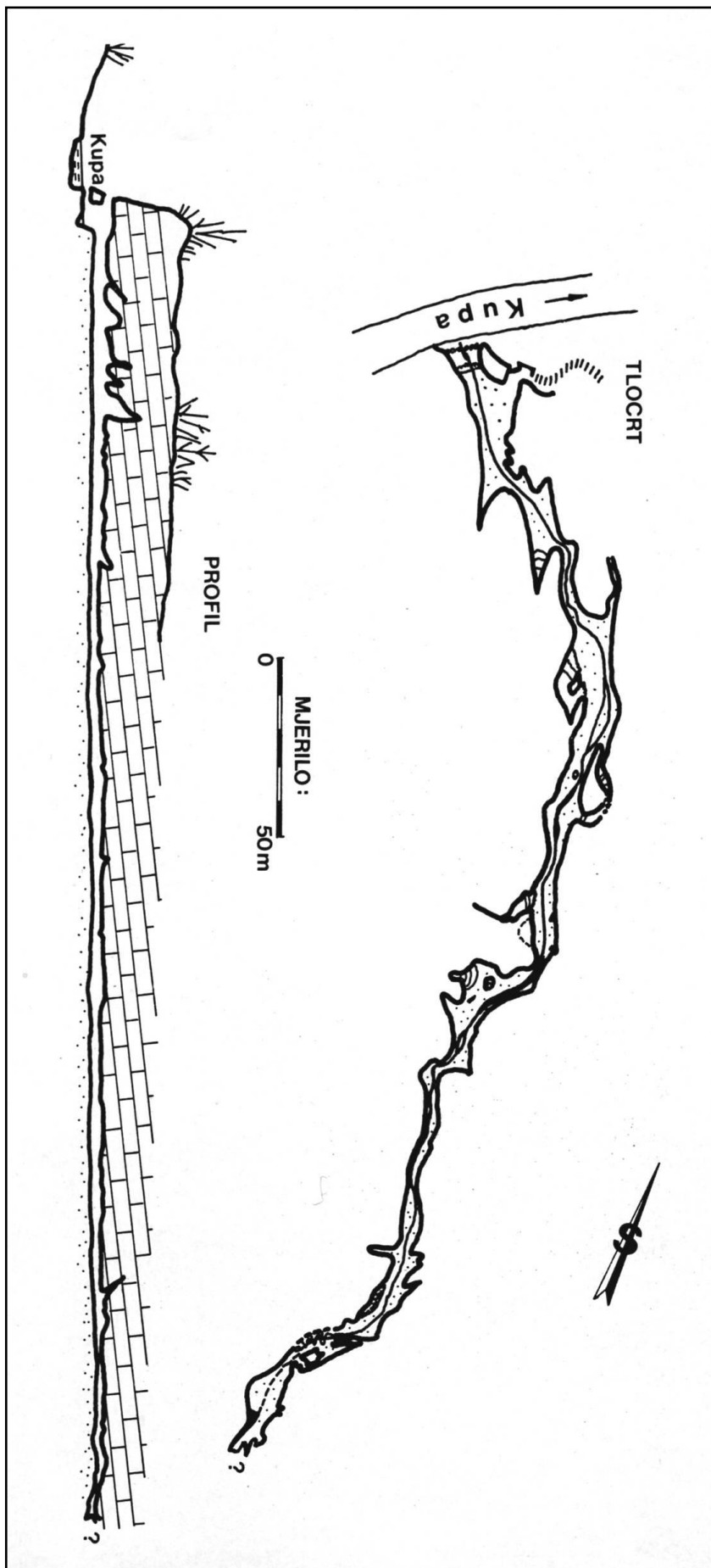
Vrlovka spilja (Coiffait, 1959)

(Bole, 1961)

Vrlovka, Kamanje na Kupi (Pretner, 1973)

Spilja (Špilja, Pećina) Vrlovka, u Kamanju ili Brlovka (Božičević, 1977)

Nacrt špilje Vrlovke (prema Božičević, 1977.)



3. Podzemna staništa špilje Vrlovke

Sukladno Nacionalnoj klasifikaciji staništa (NKS), staništa špilje Vrlovke pripadaju skupini

H: Podzemlje, odnosno **H.1. Krške špilje i jame**, unutar koje su zastupljena tri osnovna staništa:

H.1.1. Kopnena krška špiljska staništa

H.1.2. Amfibijska krška špiljska staništa

H.1.3. Vodena (slatkovodna) krška špiljska staništa

te **H.3. Intersticijska podzemna staništa** i to s dva osnovna staništa:

H.3.1. Intersticijska kopnena staništa

H.3.2. Intersticijska vodena staništa

Kopnena krška špiljska staništa (H.1.1.) dominiraju u svim dijelovima Vrlovke. Sukladno navedenoj klasifikaciji Vrlovka pripada staništu **H.1.1.4. Špilje i špiljskih sustava s troglobionskim beskralješnjacima**, odnosno uključuju kopnene troglobionske beskralješnjake ograničene rasprostranjenosti s relativno malim brojem vrsta koje pripadaju ograničenom broju taksonomskih skupina i uključuju značajne reliktno vrste. U Vrlovci su posebno istaknute skupine: gastropoda, Coleoptera, i Collembola.

Isto tako zastupljena su u ulaznoj zoni staništa **H.1.1.5. Špilje s troglofilnim beskralješnjacima**, odnosno staništa na kojima obitavaju kopneni troglobionski beskralješnjaci troglofilnog karaktera. U Vrlovci se posebno ističu pripadnici redova Araneae, Pseudoscorpiones, Diplopoda, Orthoptera, Lepidoptera, Opiliones, i drugi. Zoniranost kopnenih staništa u Vrlovci je izražena i staništa s troglofilnim beskralješnjacima protežu se od ulaza u špilju do kraja ulazne dvorane. Iznimka su konjici iz roda *Troglophilus* koje nalazimo i dublje. Ostali dio špilje predstavlja zonu troglobionata, a vanjska organska tvar kao i vanjska fauna prisutna je samo pasivnim unosom s vodom.

Amfibijska krška špiljska staništa (H.1.2.) obuhvaćaju stanište **H.1.2.1.1. Higropetrik**, odnosno specifično prijelazno stanište (vodeno/kopneno) kojeg čini tanki sloj vode koji se preljeva po stijenkama špilje, najčešće po sigovini. Ova staništa prisutna su u manjoj mjeri dublje u špilji, ali najzastupljenija su u vlažnijem dijelu godine, kad se voda slijeva po sigovini.

Predstavnici faune ovog staništa u Vrlovci nisu utvrđeni.

Vodena (slatkovodna) krška špiljska staništa (H.1.3.) obuhvaćaju nekoliko tipova staništa:

U okviru staništa **H.1.3.1. Podzemne tekućice** prisutna su staništa **Podzemnih brzaka (H.1.3.1.1.)**, koja su u Vrlovci još slabo istražena, a prisutna su duž cijelog špiljskog kanala. Utvrđena je fauna puževa (Gastropoda) i rakušaca (Amphipoda).

U okviru staništa **H.1.3.2. Podzemne stajaćice** prisutna su dva staništa:

Kamenice (H.1.3.2.2.) dobijaju vodu iz zone perkolacije (filtriranja) i posebno su zastupljene dublje u špilji. Većinom se nalaze u udubinama zasiganih stijena, a voda je obogaćena kalcij karbonatom. Utvrđena je fauna rakušaca (Amphipoda). Zanimljivost u Vrlovci je da se u dubljim dijelovima špilje u kamenicama s ostacima drvene građe razvijaju hife i plodna tijela gljiva.

Lokve (H.1.3.2.3.) predstavljaju male stajaćice prvenstveno nastale u glini i efemernog su karaktera. Obično predstavljaju ostatak poplavnih voda iz razdoblja, a rijetko dobivaju vodu iz zone perkolacije (filtriranja). U njima je slabije zastupljena fauna, prvenstveno su utvrđeni rakušci (Amphipoda).

Intersticijska kopnena staništa (H.3.1.) prisutna su u Vrlovci s dva staništa:

Površinsko kopneno intersticijsko stanište (MSS-mileu souterrain superficiel)

(H.3.1.1.1.) prisutno je u Vrlovci duž cijele špilje, a posebno je izraženo u manjim kanalima gornje etaže u kojima dolazimo do MSSa, odnosno mješavine stijena i pedološkog supstrata. Prilikom budućih istraživanja potrebno je posebnu pažnju obratiti na ovo stanište u kojem možemo očekivati nalaze vrlo zanimljive faune, prvenstveno skupina Coleoptera, Pseudoscorpiones, Collembola i drugih.

Stanište ***Pukotine stijena (H.3.1.1.2.)*** prisutno je u svim dijelovima špilje, a u površinskom dijelu predstavljaju put ulaska edafske faune u podzemna staništa.

Intersticijska vodena staništa (H.3.2.) prisutna su u Vrlovci na kraju špilje i to sa jednim staništem:

Psamolitoral (H.3.2.1.4.) predstavlja intersticijsko stanište pješčanih plaža uz jezera i prvenstveno se nalazi uz dolazni vodeni kanal. Fauna ovog staništa u Vrlovci do sada nije istraživana.

4. Ekološke karakteristike staništa špilje Vrlovke

Ekološke karakteristike u podzemnim staništima Vrlovke vrlo su slične svim kontinentalnim speleološkim objektima umjerenog klimata. Nakon ulazne dvorane u špilji vlada potpuni mrak, odnosno nedostatak svjetla, dok je u ulaznoj dvorani prisutno slabo difuzno svjetlo.

Aktivni ulaz organske tvari, odnosno vanjskih organizama ograničen je na ulaznu dvoranu, dok je u ostalom, većem dijelu špilje prisutan samo pasivni ulaz, putem podzemne vode, posebno izražen za jačih oborina kad špilja predstavlja dio većeg ponornog sustava.

Dosadašnje izmjere mikroklimatskih čimbenika vršene su isključivo povremeno, mobilnim mjernim instrumentima, prvenstveno temperatura zraka, vode i tla, te relativne vlage zraka. Najveće varijacije prisutne su u ulaznom dijelu špilje, vezane uz izmjenu godišnjih doba, dakle temperatura je niža zimi, a viša ljeti. Isto tako relativna vlaga zraka niža je ljeti dok vani više-manje vlada suša. U dubljem dijelu špilje te varijacije su daleko manje.

3.4.1 Svjetlost

Od ulaza u speleološke objekte prema unutrašnjosti, smanjuje se osvijetljenost, sve do potpune tame koja je karakteristična za najveći dio speleoloških objekata. Neki manji objekti osvijetljeni su gotovo u potpunosti, dok neki objekti s velikim ulaznim dijelom omogućuju prodor svjetlosti dublje u objekt, a time i razvoj zelenih biljaka: cvjetnica, papratnjača, mahovina i algi, te povećani unos organske tvari u unutrašnjost objekta. Tijekom istraživanja Vrlovke jaču osvijetljenost ulaznih dijelova i razvoj flore nismo zamijetili, osim na samom ulazu u špilju gdje su prisutne više biljke, tako da izmjere osvijetljenosti dijelova špilje u kojima raste flora nisu vršene, makar posjedujemo instrument (luxmetar) za izmjere.

3.4.2 Voda

U Vrlovci su prisutne nakapnice, kamenice u obliku većih akumulacija vode, ali i protočni vodeni tok, mjerena je temperatura svih ovih akumulacija vode.

Prilikom najrecentnijeg istraživanja HBSD-a 2009. godine, utvrđena je temperatura od 12,0° C. Izmjere su vršene ubodnim digitalnim termometrom TESTO, model H1.

3.4.3 Zrak

3.4.3.1 Temperatura zraka

Temperatura zraka u istraživanim objektima otprilike je jednaka vrijednosti srednje godišnje temperature na istraživanom području. Svakih 100 metara nadmorske visine smanjuje se otprilike za 0,6 - 0,8° C. Određena odstupanja obično su prisutna u objektima kojima se otvor nalazi na dnu vrtače, zatim uslijed orijentacije otvora prema sjeveru ili jugu, objektima s izraženijim strujanjem zraka i sl. Veća odstupanja zabilježena su u manjim objektima i u ulaznim dijelovima speleoloških objekata koji su podložni utjecaju vanjskog klimata.

Prve poznate izmjere u Vrlovci provodi J. Poljak s ekipom, pri čemu 1912. godine utvrđuje temperaturu od 10,0°C zraka i vode. Izmjerom na više lokacija u špilji Vrlovci prilikom najrecentnijeg istraživanja HBSD-a 2009. godine utvrđena je temperature zraka od 6,5 – 14,1°C. Izmjere su vršene kombiniranim termo-higro-anemometrom: Kestrel 3000; USA

3.4.3.2 Relativna vlaga zraka

Relativna vlaga zraka je vrlo važan ekološki čimbenik. Većina troglobionata izrazito je higrofilna i traži visoku relativnu vlagu zraka, a u slučaju nepovoljnih mikroklimatskih uvjeta (isušivanje) povlači se u mikropukotine.

Izmjere su vršene pomoću američkog termo-higro-anemometra Kestrel 3000 na dvije lokacije u Vrlovci prilikom najrecentnijeg istraživanja HBSD-a 2009. Godine, pri čemu je utvrđena relativna vlaga zraka od 82 - 100 %.

3.4.3.3 Strujanje zraka

Uslijed razlike u temperaturi i tlaku na površini i u unutrašnjosti speleoloških objekata dolazi do izraženog strujanja zraka. Ovo strujanje povezano je s morfologijom kanala i mogućnosti postojanja više ulaza, a izraženije je kod velikih podzemnih sustava.

Tijekom dosadašnjih istraživanja Vrlovke nije utvrđeno mjerljivo strujanje zraka.

3.4.3.4 Udjel CO₂

Određena koncentracija CO₂ (ugljik 4 oksid ili ugljični dioksid) uvijek je prisutna u zraku. Izmjere obavljene prilikom najrecentnijeg istraživanja HBSD-a 2009. godine pokazuju da je koncentracija ugljičnog dioksida u Vrlovci 569 – 1077 ppm, odnosno nešto viša nego u vanjskim staništima u okolini Vrlovke (350-500 ppm). Ova povećana koncentracija je potpuno uobičajena zbog zatvorenosti špiljskog prostora i nedostatka jačeg strujanja zraka te ne predstavlja opasnost za istraživače.

3.4.4 Supstrat (taložine)

3.4.4.1 Vrste taložina

Dosadašnjim istraživanjima nisu analizirane taložine izuzev u arheološkom pogledu.

3.4.4.2 Temperatura tla (taložina)

Predstavlja važan ekološki podatak za špiljsku i edafsku faunu, pa je potrebno provesti što više izmjera tijekom budućih istraživanja. Izmjere su najvećim dijelom vršene ubodnim digitalnim termometrom TESTO, model H1.

Izmjerom na dvije lokacije u špilje Vrlovci na dubini od 10 cm taložina utvrđena je temperature od 5,3 - 5,6°C.

Izmjere su vršene ubodnim digitalnim termometrom TESTO, model H1.

3.4.5 Akumulacije organske tvari

Do akumulacije organske tvari u speleološkim objektima dolazi aktivno - protokom vode i taloženjem organskih čestica i većeg organskog materijala, te pasivno, upadom organskog materijala u vertikalne speleološke objekte i unosom, pomoću vjetra i životinja, u horizontalne speleološke objekte. Što je veći otvor obično je veća i unesena količina organskog materijala.

Ove akumulacije organskih tvari predstavljaju bazu za razvoj mikroorganizama i gljiva koji su osnova hranidbenog lanca za beskrlne insekte, dvojenoge, neke kornjaše i druge organizme, koji su opet plijen grinja, striga, lažištupavaca, trčaka i drugih predatora. Dakle, akumulacije organskih tvari u speleološkim objektima često povećavaju kvantitativnu, ali i kvalitativnu prisutnost troglofilnih i troglobiontnih organizama u objektu.

Posebnu kategoriju akumuliranih organskih tvari predstavljaju životinjski ekskrementi, prvenstveno izmet šišmiša. Takve akumulacije nazivamo **guano** i osnova su za razvoj tzv. **guanofilne faune**.

Prilikom istraživanja Vrlovke veće akumulacije organskih tvari nisu utvrđene, osim u ulaznoj dvorani u obliku humusa i ostataka drvene mase i drugog biljnog materijala. Manje količine organske tvari prisutne su u špilji, prvenstveno ostaci drvene mase.

5. Antropogeni utjecaji

5.1 Fizička devastacija - najčešće susrećemo lomljenje i odnošenje speleothema, prvenstveno stalaktita i stalagmita, te urezivanje i ispisivanje različitih natpisa i simbola. Kod objekata sa manjim ulaznim otvorima prisutno je namjerno zatvaranje ulaza zatrpavanjem i zarušavanjem, ubačenim kamenjem, zemljom i drugim materijalom. Potpuno uništenje speleološkog objekta, susreće se relativno rijetko, gotovo isključivo uslijed obimnijih građevinskih radova i rjeđe vađenjem kamena kad su objekti na području kamenoloma.

Posebni oblici devastacija su arheološka i paleontološka iskopavanja kojima se u potpunosti mijenja morfologija, ali i ekologija speleoloških objekata. Zatim turističko uređenje speleoloških objekata kod kojeg uređenje infrastrukture (staze, instalacije, rasvjeta) više ili manje devastira špilju i utječe na ekologiju. Konačno manji oblik devastacije je i postavljanje zaštitnih vrata na ulaz u objekt.

U Vrlovci su prisutni gotovo svi oblici antropogenih devastacija:

1. Lomljenje sigovine
2. Oštećivanje sigovine urezima i potpisima
3. Arheološka i paleontološka iskopavanja
4. Postavljanje stolica i drugih instalacija u ulaznoj dvorani
5. Postavljena zaštitna vrata koja nisu bat friendly
6. Nasipavanje špiljskog kanala i devastacija staništa protočne vode
7. Postavljanje instalacija duž cijele špilje
8. Pojava lampenflore uz rasvjetna tijela



5.2 Akumulacije smeća

Veliki broj speleoloških objekata služi kao odlagalište otpada, posebno jamski objekti u blizini naselja I prometnica.

U Vrlovci je utvrđena manja količina otpada, prvenstveno smeća u ulaznoj dvorani, te nešto na samom kraju špilje, preostala od prethodnih istraživača i posjetilaca, koju je svakako potrebno skupiti i odstraniti

5.3 Sakupljanje i uznemiravanje špiljske faune

Neki speleološki objekti, naročito lako pristupačni i turistički uređeni, nalaze se na udaru brojnih posjetilaca, ali i profesionalnih kolekcionara i sakupljača faune. U Hrvatskoj su poznati slučajevi sakupljanja i iznošenja špiljske faune izvan granica.

Iako je špilja zatvorena vratima, u Vrlovci je utvrđeno postavljanje trajnih klopki za ulov avertebrata, kojima se može bitno smanjiti populacija špiljske faune.

Ovaj oblik devastacije koji je i zakonski reguliran, treba ograničiti na najmanju moguću, znanstveno potrebnu mjeru i na nju upozoriti lokalno stanovništvo i odgovorne službe.

5.4 Ostaci minsko-eksplozivnih sredstava (MES)

Ovaj specifičan oblik devastacije objekata pojavio se u većoj mjeri posljednjih dvadesetak godina, posebno tijekom i neposredno nakon Domovinskog rata, iako su poznati slučajevi i iz prijašnjih ratova. Pošto je područje Kamanja bilo srećom pošteđeno ratnih djelovanja i razaranja, postoji određena vjerojatnost nalaza ostataka minsko-eksplozivnih sredstava u Vrlovci.

Dosadašnji istraživanjem na području Vrlovke nije zabilježen nalaz ostataka MESa.

6. Popis (Check list) špiljskih organizama Vrlovke

<u>Legenda:</u>	Endemizam:	e:	Endem Dinarida
		E:	Endem sjevernih Dinarida
		EP:	Endem Pokuplja
	Ekološki status:	Tb:	troglobiont
		Tf:	troglofil
		Tx:	trogloksen
		Sb:	stigobiont
		Sf:	stigofil
		Sx:	stigoksen
		Ed:	vrsta edafskog karaktera
	Tipsko nalazište: loc. typ.:		tipsko nalazište Vrlovka

BIVALVIA

Pisium sp. sSf

GASTROPODA

Hauffenia media Bole, 1961 **loc. typ.** E, Sb
Zospeum iselianum Pollonera, 1886 e, Tb
Aegopis croaticus (A. Ferussac 1832) E, sTf
 syn. *Aegopis carniolicus*
Herilla bosniensis bosniensis (L. Pfeiffer 1868) e, sTf
 syn. *Clausilia* (H.) *bosniensis*
Alopi *bosniensis* **oreinos** A.J. Wagner, 1913
Alopi *bosniensis* **reducta** A.J. Wagner, 1919

AMPHIPODA

Niphargus kochianus petrosani Dobreaanu 1933 Sb
Niphargus sp. ?, Sb

ISOPODA TERRESTRIA

Titanethes (*Titanethes*) *dahli* Verhoeff, 1926 E, Tb
Androniscus roseus (C. Koch, 1838) Tf
Androniscus stygius (Němec, 1897) E, Tf
Porcellio scaber Latreille 1804 Tx
Monolistra (*Monolistrella*) *velkovrhi* Sket, 1960 E, Tb

ACARI

Galumna sp. ?, Ed

OPILIONES

Leiobunum rupestre (Herbst, 1799) subTf

ARANEA

<i>Meta menardi</i> (Latreille, 1804)	sTf
<i>Troglohyphantes excavatus</i> Fage 1919	E, Tf

PSEUDOSCORPIONES

<i>Chthonius (E.) tetrachelatus</i> (Preyssler, 1790)	Tx
<i>Roncus lubricus</i> cf. L. Koch, 1873	sTf

CHILOPODA

<i>Lithobius stygius</i> Latzel, 1880	E, Tf
<i>Lithobius fortificatus</i> (Linnaeus, 1758)	Tx

DIPLOPODA

<i>Polydesmus collaris</i> C.L. Koch 1847	Tx
<i>Strongylosoma stigmatosum</i> (Eichwald 1830)	Tx
<i>Trachysphaera</i> sp.	Ed

COLLEMBOLA

<i>Cyphoderus</i> sp.	Tx
<i>Heteromurus nitidus</i> (Templeton, 1835)	Tf
<i>Lepidocyrtus</i> sp.	Tf
<i>Oncopodura cavernarum</i> , cf. Stach, 1934	E, Tb
<i>Tritomurus scutelatus</i> Frauenfeld, 1855	E, Tb
<i>Troglopedetes pallidus</i> Frauenfeld, 1855	E, Tb

DIPLURA

<i>Plusiocampa (Stygocampa) cfr. nivea</i> (Joseph, 1882)	e, Tb
<i>Campodea</i> sp.	Ed

COLEOPTERA

<i>Anophthalmus hirtus</i> ssp. nov. (Sturm, 1853)	EP, Tb
<i>Anophthalmus kaufmanni</i> ssp. (Ganglbauer, 1900)	E, Tb
<i>Parapropus sericeus intermedius</i> (Hampe 1870)	E, Tb
Ostale vrste kornjaša koje se navode za Vrlovku (Langhoffer, 1912) po Pretneru (1973) ovdje nisu prisutne:	
<i>Anophthalmus pubens</i> Bedel, 1912	
<i>Anophthalmus schmidtii</i> Sturm, 1847	
<i>Typhlotrechus bilimeki</i> ssp. (Sturm, 1847)	
<i>Laemostenus elongatus</i>	
<i>Laemostenus schreibersi</i> Kuster,	
<i>Leptodirus hohenwartii</i> Schmidt, 1955	
<i>Lathrobium cavicola</i> H. Muller,	
<i>Machaerites</i> sp.	

ORTHOPTERA

<i>Troglophilus cavicola</i> Kollar, 1833	sTf
<i>Troglophilus neglectus</i> Krauss, 1879	e, sTf

TRICHOPTERA

<i>Micropterna sequax</i> McLachlan, 1875	sTf
<i>Stenophylax permistus</i> McLachlan, 1895	sTf

LEPIDOPTERA

<i>Triphosa dubitata</i> Linnaeus, 1758	sTf
<i>Scoliopteryx libatrix</i> Linnaeus, 1758	sTf
<i>Pyrois effusa</i> (Boisduval, 1828)	sTf
<i>Hypena</i> sp.	sTf

CHIROPTERA

<i>Rhinolophus euryale</i> Blasius, 1853	sTf
<i>Rhinolophus ferrum-equinum</i> Schreber, 1774	sTf
<i>Rhinolophus hipposideros</i> (Bechstein, 1880)	sTf
<i>Myotis capaccinii</i> (Bonaparte, 1837)	sTf
<i>Myotis daubentonii</i> (Kuhl, 1817)	sTf
<i>Myotis emarginatus</i> (Tomes, 1857)	sTf
<i>Myotis myotis</i> (Borkhausen, 1797)	sTf
<i>Miniopterus schreibersii</i> (Kuhl, 1817)	sTf
<i>Eptesicus serotinus</i> (Schreber, 1774)	Tx

7. Analiza špiljske faune

Iz Vrlovke je opisan pužić *Hauffenia media*. To je vodeni, vrlo sitan pužić, rasprostranjen u Hrvatskoj i Sloveniji. U Hrvatskoj je do sada pronađen samo u Vrlovki, te je kritično ugrožen. Od puževa utvrđen je špiljski puž iz roda *Zospeum*.



Slika 1. *Hauffenia media*; foto M. Lukić



Slika 2. *Zospeum* sp.; foto J. Bedek

Od pauka utvrđena je vrsta ***Troglohyphantes excavatus***, rasprostranjena u Alpama i Dinaridima s najjužnijim nalazištem kod Plitvičkih jezera. Troglofilnog je karaktera.

Fauna lažištivavaca (**Pseudoscorpiones**) u špiljama područja Kamanja je vrlo bogata i zastupljena je u gotovo svim istraživanim objektima i to iznimno zanimljivim svojstama iz dvije porodice: Chthoniidae i Neobisiidae.

Iz porodice sitnih lažištivavaca Chthoniidae utvrđeno je subtroglofilna vrsta *Chthonius tetrachelatus*.

Iz porodice Neobisiidae je u Vrlovci nađena vrsta koja morfološki liči na vrstu ***Roncus lubricus***. Ova je vrsta manje prilagođena na špiljska staništa od prethodne, ali pokazuje

trogломorfni karakter i potrebna su daljnja specijalistička istraživanja za točnu taksonomsku determinaciju.



Slika 3. *Roncus cf. lubricus*; foto R. Ozimec

Od lažipauka (**Opiliones**) je utvrđena trogloksena vrste roda *Leiobunum*.

Predstavnici skupine grinja (**Acari**) zastupljeni su sa dvije vrste.

Vrsta ***Eschatocephalus vespertilionis*** koja parazitira na šišmišima iz roda *Rhinolophus*, utvrđena je za faunu gotovo svih speleoloških objekata na području Kamanja. Ovi nalazi direktno upućuju na obitavanje šišmiša, a eventualno i drugih sisavaca u njima.

Porodica Oribatidae je zastupljena rodnom ***Galumna***, koji je predstavnik edafske faune, pa ga u ekološkom smislu smatramo subtroglofilom.

Rakovi su na području Kamanja zastupljeni s nekoliko vrsta. Prema literaturnim podacima u Vrlovci je obitavala vrsta *Monolista velkovrhi*. Rasprostranjena je u Sloveniji, a za Hrvatsku je do sada bilo poznato dva nalazišta, Vrlovka špilja u Kamanju i Kukuruzovićeve špilje kod Plitvica. Novijim istraživanjima populacija u Vrlovki nije potvrđena, te postoji mogućnost da je više nema. Na širem području Ogulina je utvrđena na četiri lokaliteta, ugroženih izgradnjom HE Lešće. Špilja Vrlovka je ugrožena zbog nepostojanja kanalizacije na širem području, i pretjeranom upotrebom umjetnih gnojiva i pesticida na okolnim poljima, te je to vjerojatno razlog nestanka ove ugrožene vrste.



Slika 4. *Monolistra velkovrhi*, foto J. Bedek

Od kopnenih jednakonožnih rakova (**Isopoda terrestria**) najučestalija je vrsta ***Titanethes albus***. To je troglobiontna vrsta, rasprostranjena u SI Italiji, Sloveniji i Hrvatskoj, na sjevernom dijelu Dinarida. Potpuno je depigmentirana i slijepa, te je jedna od najvećih podzemnih vrsta jednakonožnih rakova u Hrvatskoj. Iz roda ***Androniscus*** su zabilježene dvije troglofilne vrste. Vrsta ***Androniscus roseus*** je rasprostranjena od istočne Francuske do Rumunjske, na sjeveru do južne Njemačke. Vrsta je pigmentirana, izrazito roze boje, te ima oči. Vrsta ***Androniscus stygius*** je rasprostranjena u JI Austriji, SI Italiji, Sloveniji i Z Hrvatskoj. Vrsta je slijepa i potpuno depigmentirana, te je znatno više prilagođena na podzemlje od vrste *A. roseus*.



Slika 5. *Titanethes albus*; foto M. Lukić



Slika 6. *Androniscus roseus*, foto R. Ozimec



Slika 7. *Androniscus stygius*, foto J. Bedek

U Vrlovcisu utvrđeni rakušci roda *Niphargus*, čija je taksonomska analiza u tijeku.



Slika 8. *Niphargus* sp.; foto M. Lukić

Od striga (**Chilopoda**) utvrđene su dvije svoje iz porodice kamenjarki (Lithobidae), rodu *Lithobius*.

Iz podroda *Lithobius* utvrđena je vrsta ***Lithobius stygius***, troglofilnog je karaktera, a je u proširena Sloveniji i Hrvatskoj. Vrsta *Lithobius forficatus* je trogloksenog karaktera.

Od dvojenoga (Diplopoda) su u špilji Vrlovci pronađeni predstavnici roda *Trachysphaera*, kao i juvenilni primjerci porodice Polydesmidae. To su uglavnom edafske vrste, koje često nalazimo u ulaznim dijelovima speleoloških objekata.

Fauna špiljskih skokuna (Collembola) na području Karlovačke županije dosada nije bila detaljnije istraživana. Istraživanjima u sklopu ovoga projekta na području Kamanja utvrđeno je 13 različitih svojti skokuna u speleološkim objektima iz 11 različitih porodica.

U Vrlovki je pronađena troglofilna vrsta ***Hetromurus nitidus*** koja naseljava cijelu Europu i sjevernu polutku i često je pronalazimo u speleološkim objektima. Iz roda ***Lepidocyrtus*** pronađeno je nekoliko primjerka koji zahtijevaju daljnju specijalističku analizu.

Iz porodice Oncopoduridae sakupljeni su primjerci koji najvjerojatnije pripadaju vrsti ***Oncopodura cavernarum***. Ova vrsta opisana je iz jame sa same granice Slovenije i Italije kod Trsta a u Hrvatskoj je njeno najjužnije nalazište trenutno Dinara. Za konačnu potvrdu ove vrste potrebno je sakupiti komparativni materijal s njenog tipskog lokaliteta.



Slika 9. *Oncopodura cavernarum*; foto M. Lukić

Iz porodice Paronellidae utvrđena je jedna troglobiontna vrsta ***Troglopedetes pallidus*** koja je opisana iz Hotinjske ponikve u slovenskom dijelu Istre (Absolon 1907). Populacije ove vrste su izrazito guste i brojne u špiljama Istre dok je na istraživanom području utvrđen mali broj primjeraka ove vrste. U Hrvatskoj se ova vrsta proteže od Istre do Biokova i Brača na jugu, dok njen pronalazak na području rijeke Dobre predstavlja njen najsjeverniji nalaz do sada.

Troglobiontna vrsta ***Tritomurus scutellatus*** predstavlja najvećeg pronađenog troglobiontnog skokuna na Kordunu. Ova vrsta utvrđena je u većini istraženih speleoloških objekata, pa i u Vrlovci. Premda prilagođena na špiljska staništa ova vrsta još uvijek ima sivi pigment prisutan po cijelom tijelu. Ova vrsta je pronađena u Hrvatskoj u Istri, Gorskom kotaru i Kordunu, a opisana je iz Slovenije.



Slika 10. *Tritomurus scutellatus*, foto M. Lukić

U Vrlovci su pronađeni primjerci iz roda *Cyphoderus* koje pronalazimo slučajno u špiljama i koji ne pokazuju posebne prilagodbe na život u podzemlju.

Iz grupe dvorepaca (**Diplura**) u brojnim objektima sakupljeni su primjerci iz porodice Campodeidae, roda *Plusiocampa* i troglobiontnog podroda *Stygiocampa*, koji je zastupljen sa šest vrsta u europskim špiljama. Svi sakupljeni primjerci pokazuju troglobiontni karakter, a prema preliminarnoj determinaciji najvjerojatnije se radi o troglobiontnoj vrsti *Plusiocampa (S.) nivea*. U Vrlovci je nađena i subtroglofilan primjerak iz roda **Campodea**.



Slika 11. *Plusiocampa* cf. *nivea*, foto M. Lukić

Od podzemljara, porodica Leiodidae, u Vrlovci obitava vrsta ***Parapropus sericeus***. Ova vrsta širokom je rasprostranjena u Hrvatskoj, Bosni i Sloveniji.



Slika 12. *Parapropus sericeus*, foto J. Bedek

U gotovo svim speleološkim objektima područja Kamanja iz skupine ravnokrilaca (Orthoptera) redovito nalazimo troglofilne špiljske konjice. Na osnovi sakupljenih primjeraka iz četiri objekta te prethodno sakupljenih primjeraka u zbirdkama, utvrđen je rod *Troglophilus* sp.

Vrsta *Troglophilus neglectus* opisana je iz Istre, a proširena na području sjevernih Dinarida. Vrsta *Troglophilus cavicola* opisana je iz Slovenije i često se nalazi u istim objektima, ali ne dijeli ista staništa s prethodnom vrstom, odnosno obitava dublje u objektima.



Slika 13. *Troglophilus cavicola*; foto R. Ozimec

Iz reda tulara (Trichoptera) u brojnim objektima nađeni su primjerci tulara, iz dva roda: *Micropterna* i *Stenophylax*. Prema literaturnim podacima za Vrlovku špilju navode se vrste *Micropterna sequax* i *Stenophylax permistus*. Moguće je da u sakupljenom materijalu ima daljnjih predstavnika tulara. Kod utvrđenih vrsta ne postoji nikakva prilagodba na špiljske uvjete, ali su im špilje potrebne za dozrijevanje gonada i parenje, pa ih smatramo subtroglofilima. Obje vrste imaju šire rasprostranjenje na području Europe.

Iz skupine leptira (Lepidoptera) za faunu područja Kamanja utvrđene su četiri vrste. Iz porodice Geometridae utvrđen je rod *Triphosa* s vrstom ***Triphosa dubitata***. Ova vrsta je najčešći subtroglofilni leptir na području Hrvatske gdje redovito zimuje u speleološkim objektima.



Slika 14. *Triphosa dubitata*, foto M. Pavlek

Za porodicu Noctuidae utvrđene su tri vrste. Vrsta ***Scoliopteryx libatrix*** uz prethodnu također vrlo česta vrsta leptira koja hibernira u špiljama kontinentalnih područja. U špiljama uz rijeku Kupu nađene su još dvije vrste, ***Pyrois effusa***, u parenju te vrsta iz roda ***Hypena***.



Slika 15. *Hypena sp.*; foto R. Ozimec

U spilji je ukupno zabilježeno 8 vrsta šišmiša i jedna je od najznačajnijih spilja kao sklonište za šišmiše područja oko Kamanja.

Vrsta ***Rhinolophus ferrumequinum*** prisutna je tijekom cijele godine, a broj životinja kreće se od 21 do 52. Najviše jedinki zimi obitava u predjelu oko 50m udaljenosti od ulaza. Tijekom zime tu se uvjeti kreću od 6 do 9,3°C. Tijekom ljeta ženke s mladima

obitavaju u prvih 50m spilje pri temperaturama 14 do 18,7°C. Obzirom da je sredinom prošlog stoljeća brojnost ove vrste bila 150 do 350 životinja bilježi se pad brojnosti od oko 8 puta, odnosno 80%.

Vrsta ***Rhinolophus euryale*** prisutna je zimi i ljeti, s malim brojem primjerka od maksimalno 15. U spilji koti mlade. I prof. Đulić je bilježila manji broj primjeraka zimi što je u suglasju s ovim istraživanjem. Broj od 50-60 jedinki ove vrste ljeti zabilježen sredinom prošlog stoljeća pao je za oko 60% jer je zabilježeno maksimalno 20 životinja u tom razdoblju.

Vrsta ***Rhinolophus hipposideros*** prisutna je tijekom cijele godine, ali tijekom zime je zabilježeno od 6 do 16 primjeraka, dok ljeti samo 1. U spilji dolazi pojedinačno, ne okuplja se u kolonije. Zimi obitava pri temperaturama 9,3 do 12,4°C u pravilu u od 100 do 200m udaljenosti od ulaza. Ove vrste ima više nego sredinom prošlog stoljeća kada je zimi maksimalan broj primjeraka bio 8, tako da se broj povećao 100%.

Vrsta ***Myotis emarginatus*** zabilježena je u prvih 50m spilje tijekom ljeta u koloniji s vrstama *Rh. euryale* i *Myotis myotis/blythii*. U spilji odgaja mlade. Ukupno je zabilježeno desetak životinja. Nije moguće brojnost vrste usporediti s podacima iz prošlog stoljeća obzirom da se ta vrsta za špilju samo navodi bez broja primjerka i bez godišnjeg razdoblja u kojem je zabilježena.

Vrsta ***Eptesicus serotinus*** zabilježena je dva puta tijekom zime u pukotini ulaznog dijela spilje. To je vrsta koja samo povremeno tijekom zime zalazi u ulazne, mikroklimatski najvarijabilnije dijelove spilja zimi. Prof. Đulić ju nije zabilježila za spilji u Vrlovku.

Vrsta ***Myotis daubentonii*** zabilježena je jednom u pukotini ulaznog dijela špilje. Ova vrsta povremeno zalazi u spilje na hibernaciju.

Vrsta ***Miniopterus schreibersii*** nije zabilježena tijekom ovog istraživanja. Obzirom da je sredinom prošlog stoljeća za ovu vrstu špilja pružala utočište tijekom cijele godine možemo konstatirati da iako se mikroklimatski uvjeti nisu promijenili špilja u ovakvom obliku nije pogodna za ovu visoko ugroženu vrstu. Vrsta je iznimno osjetljiva na uznemiravanje i ne podnosi vrata na ulazu u spilju.

Vrsta ***Myotis capaccinii*** također nije zabilježena tijekom ovog istraživanja. Ova visoko ugrožena vrsta vezana je uz spilje tijekom cijele godine te uz čiste krške rijeke iznad kojih lovi plijen.



8. Mjere i uvjeti zaštite prirode

Kako su sukladno Zakonu o zaštiti prirode (NN /05) sva špiljska fauna je zaštićena i potrebno je kroz mjere i uvjete zaštite prirode osigurati nesmetane uvjete za opstanak, odnosno riješiti postojeće probleme i preventivno djelovati na potencijalne.

8.1 Postojeći problemi

8.1.1 Zaštitna vrata

Postojeća zaštitna vrata na ulazu u špilju su neprikladna za šišmiše (nisu *bat friendly*). Potrebno je izvršiti korekciju u smislu odstranjenja dijela rešetki ili otpune zamjene postojećih vrata novima.



8.1.2 Lampenflora

Kao već postojeći ekološki problem u spilji Vrlovki je postojanje *Lampenflore*, odnosno populacija algi i mahovina koje su se razvile uz rasvjetna tijela, a posebno su uočljive u prvoj dvorani te na završetku turističkog dijela špilje. Već je zamjetan utjecaj ove flore na sigovinu koja je u manjoj mjeri devastirana. U tom smislu potrebno je prilikom instaliranja nove rasvjete voditi računa o vrsti rasvjetnih tijela koja ne bi pogodovala razvoju lampenflora, a postojeću lampenfloru odstraniti bez daljnjih oštećivanja.

8.2. Elementi upravljanja špiljom Vrlovkom

Prije svih elemenata upravljanja potrebna je Vizija:

Upravljanje špiljom Vrlovkom na način koji omogućuje i potiče provedu svih potrebnih stručnih i znanstvenih istraživanja, čuva fizički integritet špilje, kao i sva špiljska staništa s pripadajućom faunom, provodi i održava prikladno turističko uređenje te uspostavlja menadžment špilje, tako da Vrlovka postane jedno od poželjnih i primjernih promotivnih, edukativnih i turističkih odredišta, uz sustavnu stručnu zaštitu i nadzor.

Nakon vizije, osnovni elementi upravljanja su:

1. **Dokumentacija:** Program upravljanja: Godišnji planovi, Izvještaji
2. **Istraživanje** - kontinuirano prikupljanje podataka
- stručna i znanstvena istraživanja
3. **Zaštita** - Zakonski propisi i akti
- Pravilnik o unutarnjem redu
- Eventualni daljnji prijedlozi zaštite: npr. biospeleološki rezervat
4. **Namjena** - Znanstveno-istraživačka
- Turističko-promidžbena
- Edukativna
5. **Nadzor** - Rendžerska služba
- Vodička služba
- Trajni monitoring

8.3. Elementi turističkog menadžmenta špilje Vrlovkom

Elementi turističkog uređenja su:

1. **Infrastruktura:**
 - osigurano parkiralište
 - prihvatno mjesto za posjetitelje
 - uređen pristup do ulaza
 - uređeni putovi u spilji
 - osigurana rasvjeta
 - prodajno mjesto: ulaznice, suveniri
2. **Vodička služba**
 - minimalni uvjeti
 - edukacija
 - stručni ispit
3. **Edukativno-promotivni materijal**
 - edukativno-promotivna tabla
 - prospekti Vrlovke
 - knjiga-vodič Vrlovka
 - izvorni suveniri
 - prospekti ostalih prirodnih vrijednosti i turističkih odredišta na području općine, ali i šire (Hrvatska).

4. Organizirani sustav, održavanje i nadzor

- dokumentirani sustav turističkog menadžmenta
- uređenje koncesije
- nezavisni monitoring

8.4. Potrebna osnovna službena dokumentacija

A. PROGRAM UPRAVLJANJA ŠPILJOM VRLOVKOM

Dokument u kojem se definiraju svi elementi vezani za upravljanje Vrlovkom: Osobna karta, Ekološki sustavi, Vizija, te svi elementi navedeni u točkama 4,5 i 6: Dokumenti, Istraživanje, Zaštita, Namjena i Nadzor; Elementi turističkog uređenja i Menadžmenta te svi potrebni dokumenti i literatura, uz definirane kratkoročne, srednjoročne i dugoročne ciljeve.

Na osnovi ovog dokumenta izrađuju se Godišnji planovi upravljanja, svi dolje navedeni dokumenti (B-E) i drugo.

B. PRAVILNIK O UNUTARNJEM REDU ZA SPILJU VRLOVKU

Na osnovi svih znanstvenih spoznaja o Vjetrenici izrađuje se Pravilnik koji u sebi objedinjuje sve elemente ponašanja u špilji i obvezujući je za koncesionara Vrlovke, odnosno sastavni je dio Koncesijskog Ugovora.

C. PRIRUČNIK ZA VODIČE ŠPILJE VRLOVKE

Priručnik za vodiče je osnovni edukacijski materijal za vodiče prilikom pohađanja službenog tečaja za vodiče te polaganja završnog stručnog ispita, po kojem dobiju službeni dokument da su educirani za vodiče u špilji Vrlovci te osnovni dokument u kojem trajno nalaze aktualne podatke o špilji, elementima vođenja posjetitelja, mogućim opasnostima, postupanju u slučaju nezgoda i dr.

D. RADNA UPUTA ZA VOĐENJE POSJETITELJA PO ŠPILJI VRLOVKOM

Radna uputa je službeni dokument po kojem su vodiči i drugi djelatnici obvezni postupati i detaljno razrađuje sve elemente procesa vođenja posjetitelja. Primjerice, preko prihvata grupe, vođenja do špilje, u špilji, izlazak, sve do završnog pozdrava, kao i informacije koje je vodič dužan prenijeti posjetiteljima, odnosno, točno definira posao vodiča, odnosno svaki procesni korak.

Sličnu uputu treba izraditi za prodavače ulaznica, suvenira, djelatnike u kafiću i sve druge vrste djelatnosti vezane uz Vrlovku.

E. PLAN EVAKUACIJE I SPAŠAVANJA IZ ŠPILJE VRLOVKE

Plan evakuacije i spašavanja je dokument koji je (u Hrvatskoj) sukladno Zakonu o zaštiti na radu dužan izraditi poslodavac za slučaj izvanrednog događaja (požar, eksplozija, potres, teroristički čin i dr.). Planom evakuacije i spašavanja utvrđuje se organizacija, postupci i mjere za organiziranje primjerenog načina evakuacije i spašavanja osoba i materijalnih dobara. Plan treba sadržavati detaljne procedure koje se primjenjuju prilikom evakuacije.

Za neispunjenje obveze izrade plana evakuacije i spašavanja Zakonom o zaštiti na radu u Hrvatskoj je predviđena novčana kazna od 10.000 do 20.000 kn.

Napomena: svi navedeni dokumenti imaju princip evolucije, dakle periodički se provjeravaju i prema potrebi korigiraju i dopunjavaju, pri čemu se označava verzija

dokumenta i kad je izrađen. Stari dokumenti se povlače, označavaju kao nevažeći i čuvaju minimalno 5 godina.

8.5. Uspostavljanje sustavnog Monitoringa

Kod turističkog korištenja špilje neophodna je uspostava sustavnog monitoringa, kako bi se svi fizički, klimatski, ekološki i faunistički elementi bili pod nadzorom i mogli pravovremeno korigirati bilo kakvi utjecaji.

Prijedlog Monitoringa detaljnije je prikazan u narednom poglavlju.



9. Prijedlog monitoringa špilje Vrlovke

Kako bi se stanje podzemnih staništa i podzemnih populacija moglo pratiti i na vrijeme modificirati Management plan upravljanja spiljom potrebno je kontinuirano pratiti njihovo stanje, odnosno provoditi Monitoring.

Za monitoring mikroklimata podzemnih staništa potrebno je postaviti stacionarne mjerne instrumente u Vrlovci, prvenstveno za praćenje temperature i vlage zraka, te temperature i protoka vode, s kojih bi se prilikom monitoringa očitavale kontinuirano dobivene izmjere.

Za praćenje kvalitete zraka u spilji potrebno je postaviti uređaj za praćenje ugljičnog dioksida (CO₂) koji bi automatski upozoravao za slučaj povišenja koncentracije.

Za praćenje kvalitete vode u vodenim spiljskim staništima potrebno je periodički uzimati uzorke vode i vršiti analizu na 25 najvažnijih čimbenika, prikazanih u Prilogu 1, na osnovi kojih bi se mogla izvršiti kategorizacija vode i sustavno pratiti njena kvaliteta, koja je od iznimne važnosti za podzemne populacije stigobiontnih organizama.

Za praćenje podzemnih populacija do sada u svijetu nije razrađena u potpunosti zadovoljavajuća metoda procjene stanja podzemnih, špiljskih populacija životinja, tako da se ova procjena temelji prvenstveno na subjektivnoj procjeni stručnjaka, u ovome slučaju autora monitoringa, ali u osnovi na sustavnom praćenju i statističkoj analizi utvrđenih populacija.

Za monitoring podzemnih populacija predlažemo slijedeće vrste:

Fauna troglofila: ***Troglohyphantes excavatus***
 Troglophilus cavicola

Fauna troglobionata: ***Titanethes (Titanethes) dahli***
 Parapropus sericeus stilleri

Fauna stigobionata: ***Niphargus* sp.**

10. Literatura:

- BAUČIĆ, F., 1945: **Podatci o pećinama**, 1:1-134, Zagreb
- BEDEK, J., GOTTSTEIN MATOČEC, S., JALŽIĆ, B., OZIMEC, R., ŠTAMOL, V., 2006: **Katalog tipskih špiljskih lokaliteta faune Hrvatske (Catalogue of Cave Type Localities of Croatian Fauna)**, *Natura Croatica*, 15, Suppl. 1:1-154, Zagreb
- BOLE, J., 1961: **Nove hidrobide (Gastropoda) iz podzemeljskih voda zahodnega Balkana**. *Biol.vestn.* 9, 59-69.
- BOŽIČEVIĆ, S., 1977: **Špilja Vrlovka u Kamanju**, Zbirka vodiča Kajkavskog spravišča, 11:1-14, Zagreb
- BOŽIČEVIĆ, S., 1982: **Svečanost kod Kamanja**, *Naše planine*, 9-10:233-234, Zagreb
- BOŽIČEVIĆ, S., 1999: **Pećina Vrlovka kod Kamanja u blizini Ozlja – geomorfološki spomenik prirode**, *Vijesti Hrvatskog geološkog društva*, 36/1:19-20, Zagreb
- CVITANOVIĆ, H. & OZIMEC, R., 1999: **Preliminary report of Karlovac parish biospeleological research**, *Abstracts of the 14th International Symposium of Biospeleology*: 99-100, Makarska
- ČUČKOVIĆ, L., 1984: **Arheološki nalazi iz pećina karlovačkog kraja**, *Speleozin*, 5/7:29-30, Karlovac
- ČUČKOVIĆ, L., 1997: **Arheološki nalazi iz špilje Vrlovke**, *Speleozin*, 5/7:29-30, Karlovac
- ĐULIĆ B. (1954): **Istraživanje chiroptera pećine Vrlovke**. *Ljetopis Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti za god. 1953.*, str. T. 60.
- ĐULIĆ B. (1955): **Prilog poznavanju dugokrilog pršnjaka (Miniopterus schreibersii Kuhl) na području Hrvatske**, *Speleolog* 3-4: 1-9.
- ĐULIĆ B. (1959): **Beitrag zur Kenntnis der geographischen Verbreitung der Chiropteren Kroatiens**. *Bulletin Museum Histoire Naturelle Belgrade, Serie B, Livre 14*: 67-112
- ĐULIĆ B. (1963): **Etude ecologique des chauves-souris cavernicoles de la Croatie occidentale (Yougoslavie)**. *Mammalia* 27(3): 385-436
- GOTTSTEIN MATOČEC, S. (ed.), BAKRAN-PETRICIOLI, T., BEDEK, J., BUKOVEC, D., BUZJAK, S., FRANIČEVIĆ, M., JALŽIĆ, B., KEROVEC, M., KLETEČKI, E., KRALJ, J., KRUŽIĆ, P., KUČINIĆ, M., KUHTA, M., MATOČEC, N., OZIMEC, R., RAĐA, T., ŠTAMOL, V., TERNJEJ, I. & N. TVRTKOVIĆ, 2001: **Croatia**, pp. 2237-2287. In: Juberthie, C. & V. Decu (eds.), *Encyclopaedia Biospeologica. III*. Société de Biospéologie, Moulis.
- GOTTSTEIN MATOČEC, S., OZIMEC, R., JALŽIĆ, B., KEROVEC, M., BAKRAN-PETRICIOLI, T., 2002: **Raznolikost i ugroženost podzemne faune Hrvatske (Croatian hypogean fauna-Diversity and threats)**, 1-82, Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja Republike Hrvatske, Zagreb
- GOTTSTEIN MATOČEC, S. (ed.), BAKRAN-PETRICIOLI, T., BEDEK, J., BUKOVEC, D., BUZJAK, S., FRANIČEVIĆ, M., JALŽIĆ, B., KEROVEC, M., KLETEČKI, E., KRALJ, J., KRUŽIĆ, P., KUČINIĆ, M., KUHTA, M., MATOČEC, N., OZIMEC, R., RAĐA, T., ŠTAMOL, V., TERNJEJ, I. & N. TVRTKOVIĆ, 2002: **An overview of the cave and interstitial biota of Croatia**, *Natura Croatica*, 11/Suppl. 1: 1-112, Zagreb
- GRGIĆ, I., 1977: **Tako smo započeli**, Zbirka vodiča Kajkavskog spravišča, 11:14-16, Zagreb
- HIRC, D., 1884: **Špilje na hrvatskom Krasu**, *Hrvatska Vila*, 3:634-637; 650-651, Zagreb

- HIRC, D., 1898: **Napomena uz članak Pećina (spilja) pod litnjacima**, Hrvatski planinar, 6:96, Zagreb
- HORVAT, M. I V., 1928: **Spilja Vrlovka u Kamanju kraj Ozlja**, HPD Runolist, 45 pp., Zagreb
- HORVAT, V., 1936: **Prodiranje u nepoznate dijelove spilje Vrlovke**, Hrvatski planinar, 99-104, Zagreb
- KARAMAN S.L. (1929): **O slepim miševima Jugoslavije**. Glasnik skopskog naučnog društva, knjiga VI: 217-221.
- KORLJEVIĆ A. (1903): **Popis sisara hrvatske faune koji su prispjeli u narodnom zoološkom muzeju u Zagrebu do konca godine 1900**. Glasnik Hrvatskog naravoslovnog društva, god. IX-1-10.
- KREŠIĆ, N., 1988: **Karst i pećine Jugoslavije**, Znanstvena knjiga, Beograd
- KUKA, M., 2006: **Špilja Vrlovka – speleološka ljepotica Karlovačke županije**, Svjetlo, 1-2:129-131, Karlovac
- LANGHOFFER, A., 1912: **Fauna hrvatskih pećina (spilja) 1** (Fauna cavernarum Croatiae) I, Rad JAZU, 193:339-364, Zagreb
- LANGHOFFER, A., 1915a: **Beiträge zur Kenntnis der Höhlenfauna Kroatiens**, Barlangkutatas, 3,2/ 63-71, p. 109-110, Budapest
- LANGHOFFER, A., 1915b: **Fauna hrvatskih pećina (spilja) 2** (Fauna cavernarum Croatiae) II, Prirodoslovna Istraživanja Hrvatske i Slavonije, JAZU, 7: 1-22. Zagreb,
- LASZOWSKI, E., 1893: **Spilja kod Brloga na Kupi**, Narodne novine, Zagreb
- LASZOWSKI, E., 1898: **Spilja Vrlovka kod Brloga na Kupi**, Prosvjeta, Zagreb
- LASZOWSKI, E., 1902: **Hrvatske povijesne građevine**, Zagreb
- LASZOWSKI, E., 1929: **Grad Ozalj i njegova okolica**, Braća hrvatskog zmaja, Zagreb
- LOPAŠIĆ, R., 1895: **Oko Kupe i Korane**, Zagreb
- OZIMEC, R., 1999: **Biospeleološka istraživanja Karlovačke županije** (Biospeleological research of Karlovac region), *Speleozin*, 11:24-28, Karlovac
- POLJAK, J., 1913: **Pećine hrvatskoga krša. Prvi dio: Pećine okoliša lokvarskoga i karlovačkoga**, Prirodoslovno istraživanje Hrvatske i Slavonije, 1:29-48, Zagreb.
- POLJAK, Ž., 1998: **Špilja Vrlovka**, Hrvatske planine, Zagreb
- PRETNER, E., 1973: **Koleopterološka fauna pećina i jama Hrvatske s historijskim pregledom istraživanja**, Krš Yu, 8/6:101-239, Zagreb
- REDENŠEK, V., 1959: **Popis spilja i ponora u Hrvatskoj: 4 dio**, Naše planine, 11/9-10:29-235, Zagreb
- SCHLOSSER-KLEKOWSKI, J.K., 1879: **Fauna kornjašah Trojedne Kraljevine**, JAZU, pp. 995, Zagreb
- SKET, B. 1965: **Östliche Gruppe der Monolistrini (Crust., Isopopoda)**. I. International Journal of Speleology 1 (1-2): 163-189.
- STILLER, V., 1911-1918: **Meine Höhlenexkursionen im kroatischen Montangebiet**. Deutsche ent. Z. Berlin, 1918: 357-372
- WAGNER, A. J., 1913: **Familia Clausiliidae**. In: ROSSMÄSSLER, E. A. & W. KOBELT: Iconographie der Land- & Süßwasser-Mollusken mit vorzüglicher Berücksichtigung der europäischen noch nicht abgebildeten Arten, N. F. 21, C. W. Kreidelzs Verlag, Wiesbaden, pp. 65.
- WAGNER, A. J., 1919: **Beschreibungen neuer oder bisher wenig bekannter Clausiliiden** (I. Teil).Anz. Ak. wiss. Wien, math.- nat. Kl. 56, 57-64.
- WOLF B. ,1934-1938, **Animalium Cavernarum catalogus I - III**

Prilog 1: Pregled najvažnijih ekoloških čimbenika podzemnih voda

RB	Organoleptička i fizikalno-kemijska svojstva	Mjerna jedinica
1.	Miris	bez
2.	Okus	bez
3.	Temperatura	°C
4.	Koncentracija H ⁺ iona	pH
5.	Električna vodljivost	μScm ⁻¹
6.	Alkalitet K s 8,2	mmol/l
7.	Alkalitet K s 4,3	mmol/l
8.	Otopljeni kisik	mg/l O ₂
	Kemijske tvari - Anioni	
9.	Kloridi	mg/l Cl
10.	Nitriti	mg/l N
11.	Nitrati	mg/l N
12.	Ortofosfati	μg/l P
13.	Sulfati	mg/l SO ₄
	Kemijske tvari - Kationi	
14.	Amonij	mg/l N
	Kemijske tvari - Detergenti	
15.	Anionski detergents	μg/l
16.	Neionski detergents	μg/l
17.	Kationski detergents	μg/l
	Kemijske tvari - Dušik	
18.	Ukupni dušik	mg/l N
	Kemijske tvari - Fosfor	
19.	Ukupni fosfor	mg/l P
	Mikrobiološka analiza	
20.	Ukupni koliformi	UK/100 ml
21.	Fekalni koliformi	FK/100 ml
22.	Fekalni streptokok	FS/100 ml
23.	Broj kolonija, 37°C/48h	n/1 ml
24.	Broj kolonija, 22°C/72h	n/1 ml
25.	Clostridium perfringers	n/100 ml
Σ		

Prilog 2: Mikroklimatska mjerenja U Vrlovci 2009. godine:

Tablica 1: Mikroklimatska mjerenja temperature i relativne vlage u špilji Vrlovci

RB	Datum	Lokalitet	T _{zrak} /°C	RH/%	CO2/ppm	T _{tlo} /°C
1	17.03.2009.	Kraj špilje	13,0	96,1		
2	21.03.2009.	Ispred špilje	6,1	61		
2	21.03.2009.	Ulazna dvorana	4,4	81		
2	21.03.2009.	50 m od ulaza	6,5	97		
2	21.03.2009.	100 m od ulaza	9,3	100		
2	21.03.2009.	150 m od ulaza	10,7	100		
2	21.03.2009.	200 m od ulaza	11,4	100		
2	21.03.2009.	250 m od ulaza	11,9	100		
2	21.03.2009.	Kraj špilje	12,2	100		
3	06.06.2009.	Ulazni dio	18,7	67		
3	06.06.2009.	50 m od ulaza	14,1	82		
3	06.06.2009.	100 m od ulaza	11,8	91		
3	06.06.2009.	150 m od ulaza	11,6	92		
3	06.06.2009.	200 m od ulaza	11,7	100		
3	06.06.2009.	250 m od ulaza	12,2	100		
3	06.06.2009.	300 m od ulaza	12,9	100		

Tablica 2: Mjerenja fizikalno kemijskih parametara vode u špilji Vrlovci

RB	Datum	Lokalitet	T _{voda} /°C	O ₂ /%	O ₂ /mg/l	pH	ORP/mV	Ω/μs/cm
1	17.03.2009.	Kraj špilje	12,0	59,8	6,44	7,69	-45	292