

SANJA GOTTSTEIN

**Priručnik za određivanje podzemnih staništa u Hrvatskoj  
prema Direktivi o staništima EU**

Državni zavod za zaštitu prirode  
Zagreb, 2010.

**Priručnik za određivanje podzemnih staništa u  
Hrvatskoj prema Direktivi o staništima EU**

*Za nakladnika:*  
Davorin Marković

*Nakladnik:*  
Državni zavod za zaštitu prirode

*Urednice:*  
Jasminka Radović  
Ivana Plavac

*Autor:*  
Sanja Gottstein

*Lektura:*  
Ivan Martinčić

*Prijevod i lektura engleskog teksta:*  
Linda Zanella

*Autori fotografija:*  
Darko Bakšić  
Jana Bedek  
Brad Caoto  
Hrvoje Cvitanović  
Ivan Glavaš  
Sanja Gottstein  
Branko Jalžić  
Mladen Kuhta  
Marko Lukić  
Neven Matočec  
Roman Ozimec  
Igor Pavlinić  
Dragan Pelić  
Gordan Polić  
Krešimir Žganec

*Fotografija na naslovnici:*  
Hrvoje Cvitanović

*Obljekovanje i priprema za tisk:*  
mtg-topgraf d.o.o., Velika Gorica

*Tisk:*  
Tiskara Zelina

*Naklada:*  
2000

CIP zapis dostupan u računalnom katalogu  
Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem 751976.

ISBN 978-953-7169-80-0

Uumnožavanje ove publikacije ili njezinih dijelova u bilo kojem obliku, kao i distribucija,  
nisu dozvoljeni bez prethodnog pisanog odobrenja nakladnika.

SANJA GOTTSTEIN

# Priručnik za određivanje podzemnih staništa u Hrvatskoj prema Direktivi o staništima EU



Državni zavod za zaštitu prirode  
Zagreb, 2010.

# PREDGOVOR

Podzemna staništa Hrvatske jedna su od njezinih najznačajnijih prirodnih posebnosti i svjetski priznato prirodno bogatstvo. Na ovome prostoru, a posebice u krškom dijelu Hrvatske, razvilo se obilje podzemnih prostora koji raznolikošću svojih oblika i ekoloških uvjeta udomljuju izuzetno raznovrsnu i bogatu podzemnu faunu. Podzemna staništa bogata endemskim svojstvima i europski ugroženom faunom prepoznata su kao prirodna vrijednost koju treba očuvati i prikladno zaštititi u okviru EU ekološke mreže NATURA 2000. Kao dio najzahtjevnije obveze u zaštiti prirode svake zemlje koja namjerava postati članica Europske unije, tako je i RH obvezna do dana pristupa predložiti područja NATURA 2000 kojima će doprinijeti očuvanju europski ugroženih divljih svojstava i stanišnih tipova. Državni zavod za zaštitu prirode, zajedno s vanjskim suradnicima, već nekoliko godina radi na izradi takvoga prijedloga, a jedna od najznačajnijih njegovih sastavnica su upravo podzemna staništa.

Ekološka mreža NATURA 2000 temelji se na dvije glavne EU direktive iz područja zaštite prirode: Direktivi o pticama i Direktivi o staništima. Od oko 230 stanišnih tipova iz Dodatka I. Direktive o staništima, za koje je propisano da svaka zemlja članica mora temeljem znanstvenih kriterija izdvojiti reprezentativni dio i osigurati im odgovarajuće mjere očuvanja, samo se dva stanišna tipa odnose na podzemlje: 8310 - Špilje zatvorene za javnost te 8330 - Preplavljeni i dijelom preplavljeni morske špilje. Zbog svoje specifičnosti, raznolikosti i opće biološke vrijednosti, u ovom priručniku detaljno su opisana sva podzemna staništa Hrvatske, ne samo ona koja se klasificiraju kao NATURA 2000 staništa, a kako bi se dobio cijelovit prikaz te proširila namjena ove publikacije. Iznimku čine antropogena podzemna staništa, jer taj tip staništa, sam po sebi nije od interesa za zaštitu prirode (iako neki lokaliteti mogu udomljavati ugrožene vrste) te morska podzemna staništa, od kojih su u ovom priručniku detaljno opisane samo anhihaline krške špilje zbog svoje posebnosti - stalnog ili povremenog utjecaja slatke vode. Ostala morska staništa detaljno će biti obrađena u Priručniku za određivanje morskih staništa u Hrvatskoj prema Direktivi o staništima EU koji će, zajedno s ovim i već objavljenim priručnikom koji se odnosi na kopnena staništa, činiti cijeloviti prikaz stanišnih tipova Hrvatske u odnosu na klasifikaciju NATURA 2000.

Autorica priručnika je naš vrsni stručnjak za podzemna staništa i faunu koja je još od 2002. godine, kad je Hrvatska započela s usklađivanjem zaštite prirode s EU propisima i praksom, sudjelovala u pripremi prijedloga za dopunu europske klasifikacije stanišnih tipova (PHYSIS) specifičnostima naših podzemnih staništa. Nakon toga sudjelovala je u izradi Nacionalne klasifikacije staništa, a u ovom priručniku je, kako ćete vidjeti, otišla i korak dalje, nudeći još sustavniji pristup podzemnih staništa.

Ovaj priručnik je više od onoga što stoji u naslovu. On daje cijelovit pregled podzemlja Hrvatske kao niza ekosustava s raznolikim stanišnim tipovima, detaljno opisuje svaki stanišni tip (osim navedenih iznimki) te ovu ukupnu složenost stavlja u odnos s ekološkom mrežom NATURA 2000. To nije bilo jednostavno radi specifično određenog NATURA stanišnog tipa 8310 Špilje zatvorene za javnost. Potrebno je naglasiti da, iako je prema Nacionalnoj klasifikaciji staništa većina podzemnih staništa svrstana pod NATURA klasu 8310, u ekološku mrežu NATURA 2000 izdvajaju se najre-

prezentativnije špilje koje su stanište endemičnih svojih ili su od važnosti za očuvanje vrsta iz Dodatka II. Direktive o staništima – šišmiši, čovječja ribica, dinarski špiljski školjkaš, tankovrati podzemljari te vrste riba iz roda *Phoxinellus* (*Telestes*, *Delminicht-hys*). Ekološki uvjeti u takvim špiljama moraju biti potpuno očuvani, a one same izuzete od komercijalnog posjećivanja (“zatvorene za javnost”).

Uz vrlo stručni, pregledni i pristupačnim jezikom pisani tekst, dodatnu vrijednost ovom priručniku daju impresivne fotografije podzemlja i njihovih stanovnika koje su autorici za ovu potrebu ustupili naši iskusni biolozi, speleolozi i biospeleolozi, kao i njezini vlastiti crteži kojima je nastojala približiti čitatelju svu složenost, raznolikost i bogatstvo podzemnih staništa Hrvatske.

Davorin Marković, ravnatelj  
Jasminka Radović, urednica  
Državni zavod za zaštitu prirode

# FOREWORD

Croatia's underground habitats are among its most significant natural treasures, and have been recognized at a global scale. In this region, and particularly in the karst landscapes of Croatia, an abundance of underground areas have formed. With the diversity of their forms and the ecological conditions within, they are home to an exceptionally diverse and rich underground fauna. The underground habitats that are rich in endemic taxa and fauna threatened at the European level have long been recognized as a natural value to be conserved and appropriately protected within the EU ecological network NATURA 2000. One of the most challenging conservation tasks for every country aiming to become a European Union Member State, including Croatia, is the obligation to propose NATURA 2000 sites that will contribute to the conservation of threatened European taxa and habitat types. The State Institute for Nature Protection, together with external collaborators, has been working on such a proposal for the past several years, and one of the most important components of the proposal concerns underground habitats.

The NATURA 2000 ecological network is based on the two main EU Directives for nature conservation: the Birds Directive and the Habitats Directive. Of the approximately 230 habitat types listed in Annex I of the Habitats Directive, for which it is stipulated that every Member State must set aside a representative share on the basis of scientific criteria and ensure appropriate conservation measures, only two are underground habitats: 8310 – *Caves not open to the public* and 8330 – *Submerged and partially submerged sea caves*. Due to their specificity, diversity and overall biological value, this manual describes all of Croatia's underground habitats in detail, not only those classified as NATURA 2000 habitats, in order to provide a comprehensive overview of Croatia's underground habitats and to expand the intent of this publication. The exceptions are anthropogenic underground habitats and marine underground habitats; the former because these habitats types are not of interest for conservation in and of themselves (though some localities may harbour threatened species), while of the latter, this manual only describes anhialine karst caves in detail, due to their specific properties stemming from the constant or intermittent influences of freshwater. The remaining marine habitats will be properly addressed in the Manual for the classification of marine habitats in Croatia, pursuant to the EU Habitats Directive.. Together with this manual and the other one on terrestrial habitats that has already been published, these will provide a comprehensive overview of Croatia's habitat types with regard to the NATURA 2000 classification system.

The author of this manual is a renowned expert for underground habitats and fauna. Since the start of alignment of Croatia's conservation legislation with the EU regulations and practices, she has participated in the preparation of proposals for amending the European habitat type classification system (PHYSIS) to accommodate the specificities of our nation's underground habitats. She has also worked on the preparation of the National Habitat Classification system. In this publication, as you will see, she has taken her work one step further and offered an even more systematic approach to classifying underground habitats.

This manual is more than what the title would suggest. It provides a comprehensive overview of Croatia's underground as a series of ecosystems with varying habitat types, a detailed description of each habitat type (with the exceptions listed above) and gives the relationship of this complex system with the NATURA 2000 ecological network. This was not a simple task due to the specificities defined by the NATURA habitat type 8310 *Caves not open to the public*. It is necessary to emphasize that, even though the majority of underground habitat types have been listed under NATURA 2000 class 8310 according to the National Habitat Classifications system, only the most representative caves that are habitat for endemic taxa or are of importance for the conservation of species from Annex II of the Habitats Directive — bats, olm, cave clam, cave beetle and fish of the genus *Phoxinellus* (*Telestes*, *Delminichthys*) — are set aside for conservation under the NATURA 2000 network. The ecological conditions in such caves must be fully conserved and therefore they are inaccessible for commercial visitors, i.e. they are closed to the public.

In addition to the expertly written text which is also easy to understand, this manual is also filled with impressive photographs of the underground and its habitats, courtesy of experienced biologists, speleologists and biospeleologists. The author's own sketches also serve to help the reader become more familiar with the complexity, diversity and wealth of Croatia's underground habitats.

Davorin Marković, director  
Jasminka Radović, editor  
State Institute for Nature Protection

# UVOD

Priručnik za određivanje podzemnih staništa u Hrvatskoj prema Direktivi o staništu EU izrađen je radi prepoznavanja, interpretacije, utvrđivanja ugroženosti i provedbe mjera zaštite podzemnih tipova staništa važnih na europskoj razini. Cilj ove publikacije je i predstavljanje cjelovitog uvida u klasifikaciju podzemnog okoliša i obrazloženje brojnih poteškoća važnih uz tu tematiku. Na europskoj razini podzemna staništa prepoznata su kao ugrožena, tj. prirodna staništa koja zahtijevaju posebne mjere za očuvanje (8310 šipanje zatvorene za javnost i 8330 preplavljeni ili djelomično preplavljeni morske šipile), čime su postala sastavni dio Dodatka I. Direktive o zaštiti prirodnih staništa i divlje faune i flore (Direktiva o staništima) te je za njih potrebno izdvojiti važna područja u ekološku mrežu NATURA 2000. Osim toga nastanjuju ih vrste iz Dodatka II. Direktive o staništima, vrste od interesa za čitavu Europsku uniju, za koje je također potrebno izdvojiti područja važna za očuvanje. Među tim vrstama treba istaknuti prioritetnu vrstu koja nastanjuje podzemna staništa Hrvatske, čovječju ribicu – *Proteus anguinus*. Osim nje, podzemna staništa Hrvatske nastanjuju i druge vrste iz Dodatka II. Direktive: šišmiši, šipljski školjkaš (*Congeria kusceri*), tankovrati podzemljari (*Leptodirus hochenwarti*) te vrste riba iz roda *Phoxinellus* (*Telestes*, *Delmichthys*), ali i mnogobrojni endemi Hrvatske i Dinarida.

Premda se ovaj priručnik odnosi na podzemna staništa prema Interpretacijskom priručniku stanišnih tipova Europske unije, radi cjelovitosti prikaza i boljeg razumijevanja strukture podzemnih staništa, opisana su i druga staništa koja prema tom kriteriju amo ne pripadaju, npr. intersticijska podzemna staništa. Zadržavanjem cjelovitosti klasifikacije usmjerena je zaslужena pažnja na sva podzemna staništa, a ne samo šipile. Time se u stručnom pogledu želi približiti jedinstvenost podzemnoga svijeta i onima kojima je podzemlje nedostupno i koji žele produbiti svoje znanje i zadovoljiti svoju znatiželju.

Podzemlje u širem smislu riječi, prema hijerarhiji sinekoloških pojmoveva, svrstava se u više različitih ekosustava, a ne samo u različite tipove staništa, kako se svojedobno mislilo. S aspekta biološke raznolikosti u podzemlju Hrvatske, važno je istaknuti da se Hrvatska proteže kroz više biogeografskih regija, obuhvaćajući različite tipove reljefa te raznolika geološka, hidrološka, pedološka i klimatološka područja. Upravo zato u podzemlju se Hrvatske pojavljuju različiti podzemni ekosustavi, suprotno prijašnjem uvriježenom stajalištu o podzemlju kao jedholikom i siromašnom okolišu.

Ispod površine tla mogu se protezati nebrojeni prostori šupljina različite veličine. Neke od tih šupljina iznimno su malene, kao šupljine među česticama pjeska i šljunka. Druge su pak šupljine zapanjujućih dužina i dubina i prostiru se kilometrima u Zemljinu utrobu. Jedne su ispunjene zrakom, a druge su preplavljeni vodom, no sve imaju jedno zajedničko svojstvo, a to je potpuna tama, mrak koji se nikad nije susreo sa Sunčevim zrakama i u kojem baš ništa nije vidljivo. Ovaj priručnik govori ne samo o tim prostorima potpune tame, nego i o zanimljivim i neobičnim stanovnicima bližih i daljih prostranstava podzemlja.

# INTRODUCTION

The Manual for Classification of Underground Habitats in Croatia was compiled pursuant to the EU Habitats Directive for the recognition, interpretation, determination of threat and implementation of protection measures for underground habitat types that are significant at the European level. The second objective of this publication is to present a comprehensive overview of the classification of underground environments and to explain numerous issues pertaining to this topic. At the European level, underground habitats have been recognized as threatened natural habitats requiring species conservation measures (8310 Caves not open to the public and 8330 Submerged or partially submerged sea caves). As a result, they have been listed as an integral part of Annex I of the Directive on the protection of natural habitats and wild flora and fauna (Habitats Directive) and it is necessary that these areas be set aside within the NATURA 2000 network. Moreover, these habitats are inhabited by species from Annex II of the Habitats Directive that are species of interest to the entire European union and which also need their habitats set aside for protection. Among these species, the olm (*Proteus anguinus*) must be emphasized as a high priority species inhabiting Croatian underground habitats. Other species from Annex II inhabiting Croatia's underground habitats include: bats, *Congeria kusceri*, *Leptodirus hochenwarti* and fish of the genus *Phoxinellus* (*Telestes*, *Delminichthys*), as well as many species that are endemic to Croatia and the Dinaric Arc.

Though this Manual is intended for underground habitats in line with the Interpretation Manual of European Union Habitats, other habitats not belonging in this classification, but which are important in ensuring a comprehensive overview and better understanding of the structure of underground habitats, are also described, i.e. interstitial underground habitats. By retaining the comprehensiveness of classification, attention is focused on all underground habitats, and not only caves. From the expert perspective, this allows for a better look at the uniqueness of the underground world for all those without access to the underground, and for those who wanted to expand their knowledge and satisfy their curiosity. In the broader sense of the word, and according to the hierarchy of synecological concepts, the underground is categorized into many different ecological systems, and not just different habitat types, as was once thought. From the aspect of biodiversity, it is important to emphasize that Croatia contains several biogeographical regions, including different types of relief, with varying geological, hydrological, pedological and climatological areas. For this reason, many different ecosystems appear in the underground in Croatia, which is contrary to the previously held view of the underground as a homogenous and impoverished environment.

Under the soil surface, countless spaces of varying size can be found. Some of these spaces are exceptionally small, like the spaces between grains of sand or gravel. Other spaces are of awesome depth and length, extending for kilometres into the Earth's belly. Some are filled with air, while others are flooded with water. What they all have in common, though, is the complete darkness that has never been penetrated by the sun's rays and where absolutely nothing is visible. This Manual tells not only of these areas of complete darkness, but also the interesting and unusual inhabitants of the near and far expanses of the underground.

Author



# SADRŽAJ

|  |    |
|--|----|
| Uvod u podzemna staništa   | 13 |
| Geneza Nacionalne klasifikacije staništa   | 15 |
| Osnovna podjela podzemnih stanišnih tipova prema Interpretacijskom priručniku za stanišne tipove EU u odnosu na stanišne tipove prema Nacionalnoj klasifikaciji staništa | 19 |
| NATURA 2000 – 8310 Špilje zatvorene za javnost   | 31 |
| NATURA 2000 – 8330 Preplavljenе ili dijelom preplavljenе morske špilje   | 75 |
| Ostala podzemna staništa koja prema Interpretacijskom priručniku za stanišne tipove EU ne pripadaju klasama 8310 i 8330 – Intersticijska podzemna staništa               | 81 |
| Zaključak  | 89 |
| Pojmovnik stručnih izraza  | 93 |
| Literatura   | 97 |



# Uvod u podzemna staništa

Uzveši u obzir da je mnogo podzemnih šupljina ispunjeno vodom, ne zapanjuje činjenica da je više od 94 % svjetske slatke nezaleđene vode upravo u podzemlju, u odnosu na 3,6 % vode u jezerima i akumulacijama te neznatnoga dijela vode u tlu, rijekama i atmosferi. Upravo voda kao medij čini podzemna staništa iznimno raznolikim i brojnim te je ključni transporter hranjivih tvari s površine u duboka neproduktivna područja podzemlja.

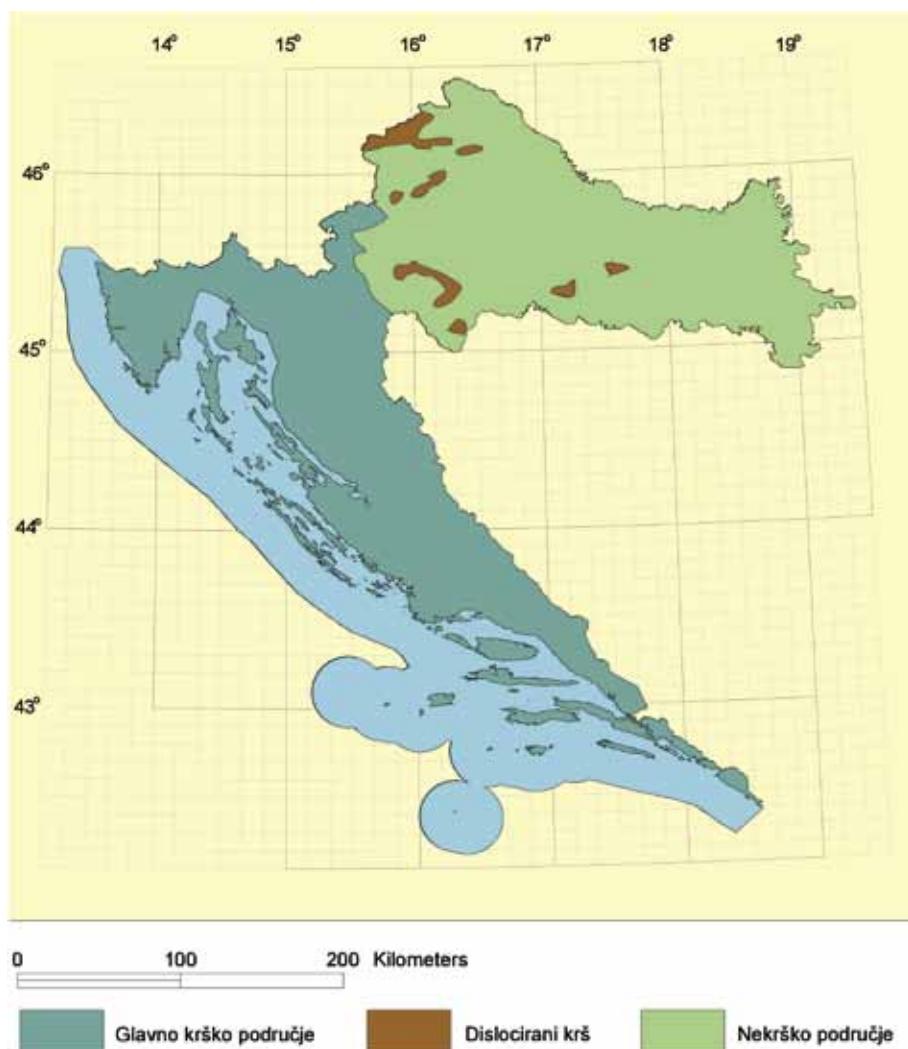
Mnoga podzemna staništa graniče sa susjednim nadzemnim staništima, a te granice nisu uvijek jasne i lako razlučive. Također je teško razgraničiti i susjedna podzemna staništa, pa prijelazna područja jednim imenom nazivamo ektoni. Njih ne treba zanemarivati, jer u njima mogu biti razvijene posebne zajednice organizama koje nisu nazočne niti u jednom od susjednih staništa. Na njih će biti svrnutu pozornost u slikovnim prikazima ovoga priručnika, premda neće biti zasebno razmatrani u kategorizaciji staništa.

Razmatrajući specifičnost, raznolikost i opću biološku vrijednost europskih podzemnih staništa, na području Hrvatske zabilježena je većina tih tipova podzemnih staništa, izuzev špilja u lavi. No vrlo je važno napomenuti da su u Hrvatskoj zabilježena podzemna staništa koja nisu utvrđena u drugim europskim zemljama pa ih je bilo potrebno uvrstiti u već postojeću kategorizaciju i klasifikaciju staništa prema Palearktičkoj klasifikaciji staništa te potom u Nacionalnu klasifikaciju staništa (NKS). Upravo je stoga katkad nelogičan i nesistematičan razmještaj staništa prema NKS klasifikaciji. Biospeleološka struka susreće se niz godina s tim problemom i polemikama oko kategorizacije staništa. Potaknuta time, u ovom priručniku izrađena je shema klasifikacije staništa prema uvriježenoj hijerarhiji u recentnoj biospeleološkoj literaturi i na prijedlog više autoriteta iz toga područja, uz nadopune i korekcije (okvir 1.). Neka staništa i podzemne zajednice nisu do sada zabilježeni u Hrvatskoj pa je u ovom radu naznačeno njihovo postojanje.



# Geneza Nacionalne klasifikacije staništa

Krško područje Hrvatske obuhvaća 26.000 km<sup>2</sup>, što je ukupno 46 % površine Hrvatske. U njemu su najzastupljenije karbonatne stijene (vapnenci i dolomiti) iz mezoiko i tercijara (slika 1.). Na tom području protežu se velike podzemne šupljine. Neke se otvaraju na površini Zemlje i dostupne su čovjeku kroz vodoravne otvore, a nazivamo ih špiljama. Druge su okomitih otvora i nazivamo ih jamama. U ovom radu špilje i jame nisu posebno obrađivane jer su, bez obzira na tip ulaznog otvora, slične strukture podzemnih staništa i udomljuju slične ili identične tipove zajednica. Stoga sve velike šupljine ispod površine Zemlje ovdje nazivamo jednim zajedničkim imenom – špilje. Osim toga, one ne moraju biti samo u krškom području Hrvatske. Nai-me, u Hrvatskoj su pronađene špilje i u kontaktnom području krša ili pak izvan njega, kao što su špilje u laporu i flišu.



Slika 1. Krška područja Hrvatske prema Radović, ed. (1999)

Klasifikacija, kategorizacija i opisi pojedinih tipova podzemnih staništa s pripadajućom faunom razvijeni su na temelju preklapanja više kriterija, a to su geološki podatci, struktura staništa i pripadajuća morfologija te ključni ekološki čimbenici. Prema tim ključnim kriterijima odabrane su i dominantne / temeljne vrste za svako stanište. Da bi se postigla cjelevitost i bolje razumijevanje tipizacije podzemnih staništa te razina njihove ugroženosti i potrebne mjere njihove zaštite, korištena je mnogobrojna stručna i znanstvena literatura te nezaobilazne ključne relevantne činjenice i podatci temeljeni na postojećim europskim klasifikacijama staništa (NATURA 2000, EUNIS, PHYSIS, CORINE Landcover).

Direktiva o staništima jedan je od najvažnijih pravnih akata Europske unije na području zaštite prirode, a uspostavlja jedinstveni okvir radi očuvanja biljnih i životinjskih vrsta te stanišnih tipova od interesa za EU u povolnjem stanju očuvanosti. Također osigurava stvaranje ekološke mreže područja važnih za očuvanje ugroženih vrsta i stanišnih tipova Europske unije pod nazivom NATURA 2000.

Uvezši u obzir brojne poteškoće pri klasifikaciji staništa, za bolje razumijevanje ovog priručnika pri interpretaciji podzemnih staništa, potrebno je objasniti genezu Nacionalne klasifikacije staništa. Klasifikacija stanišnih tipova u Republici Hrvatskoj započela je još početkom 1980-tih godina za potrebe donošenja propisa u zaštiti prirode. U vrijeme pripremanja Direktive o pticama prihvaćena je tipologija dvoznamenastog označavanja stanišnih tipova. Tijekom 1991. godine donošenjem Direktive o staništima u sklopu projekta CORINE-Biotopes izrađena je klasifikacija stanišnih tipova zastupljenih u tadašnjih 12 EU članica. Ta se klasifikacija dalje razvijala i proširila na područje cijele Europe kroz projekt izrade PHYSIS baze podataka o stanišnim tipovima. Stanišni tipovi iz Dodatka I. Direktive o staništima imaju kodove prve verzije CORINE klasifikacije, ali u Interpretacijskom priručniku za stanišne tipove EU dodatno su pojašnjeni klasama PHYSIS klasifikacije te su preuzeti njihovi opisi iz te baze i naziva ih se NATURA 2000 stanišnim tipovima.

Posljednjih nekoliko godina u okviru Europske agencije za okoliš (EEA) razvija se unaprijedena verzija klasifikacije stanišnih tipova pod nazivom EUNIS, a njezina primjena postaje obvezatna u izradi redovnih izvješća svake zemlje za EEA.

Usprkos stalnom razvoju europske klasifikacije stanišnih tipova, niti jedna od tih klasifikacija ne obuhvaća sve specifičnosti pojedinih zemalja pa se u mnogim zemljama pristupilo izradi nacionalnih klasifikacija stanišnih tipova. I u Hrvatskoj se tijekom provođenja projekta Smaragdna ekološka mreža za Vijeće Europe (2002.), kojom prilikom su se utvrđivala europski važna staništa zastupljena u Hrvatskoj, došlo do zaključka da europske klasifikacije nisu dostaone za iskazivanje ukupnog bogatstva i raznolikosti stanišnih tipova Hrvatske, naročito u skupinama podzemnih i morskih staništa.

Za potrebe provođenja projekta *Kartiranje staništa*, kojeg je 2002. godine započelo tadašnje Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja, počelo se raditi na donošenju Nacionalne klasifikacije stanišnih tipova (NKS). Naknadno, da bi NKS bio kompatibilan s europskim klasifikacijama za potrebe međunarodne suradnje i provođenja međunarodnih propisa, načinjen je "ključ" za pretvaranje stanišnih tipova prema NKS-u u odgovarajuće klase PHYSIS i EUNIS klasifikacije, tj. u klasifikaciju staništa prema NATURA 2000. Hijerarhija i nazivlje podzemnih staništa prema NKS-u stoga su dijelom originalni, a dijelom su temeljeni na usaglašavanju s europskim

standardima. Radi boljeg razumijevanja i uspješnije interpretacije razlika između NKS-a i EU klasifikacija podzemnih staništa, izrađena je poredbena tablica prve i druge razine stanišnih tipova koji se odnose na podzemlje (tablica 1.).

**Tablica 1.** Poredbeni prikaz podzemnih stanišnih tipova i pripadajućih kodova klasifikacije NATURA 2000, palearktičke klasifikacije (PAL. CLASS.) te prve i druge razine Nacionalne klasifikacije (NKS).

| NATURA 2000   | PAL. CLASS.   | NKS   | H. PODZEMLJE   |
|---|---|---|--|
| 8310<br>Špilje zatvorene za javnost                         | 65 ŠPILJE   | <b>H.1. Krške špilje i jame</b><br>H.1.1. Kopnena krška špiljska staništa<br>H.1.2. Amfibijska krška špiljska staništa<br>H.1.3. Vodena krška špiljska staništa<br>H.1.5. Zasumporene krške špilje<br><b>H.2. Nekrške špilje i jame</b> |  |
| 8330<br>Preplavljene ili dijelom preplavljene morske špilje | 11.26 Supralitoralne špiljske zajednice<br>11.294 Zajednice mediolitoralnih špilja<br>12.7 Morske špilje<br><br>65. 815 Istočnojadranske anhihaline biocenoze | Morske špilje<br>G.2.4.3. Biocenoza mediolitoralnih špilja<br>G.4.3.2. Biocenoza polutamnih špilja<br>G.5.3.2. Biocenoza špilja i prolaza u potpunoj tami<br><br>H.1.4. Anhihaline krške špilje   | G. MORE  |
| nema  |   | <b>H.3. Intersticijska podzemna staništa</b><br>65 A Kopnene intersticijske biocenoze<br>65.9 Vodene intersticijske biocenoze<br>88 Umjetni podzemni prostori   | H.3.1. Intersticijska kopnena staništa<br>H.3.2. Intersticijska vodena staništa<br><br><b>H.4. Antropogena podzemna staništa</b> |

Iako je prema Nacionalnoj klasifikaciji staništa većina podzemnih staništa klasificirana kao 8310, u mrežu NATURA 2000 izdvajaju se špilje zatvorene za javnost uz uvjet da su stanište endemičnih svojti ili su od važnosti za očuvanje vrsta iz Dodatka II. Direktive o staništima (šišmiši, *Congeria kusceri*, *Leptodirus hochenwartii*, *Proteus anguinus* te vrste riba iz roda *Phoxinellus* (*Telestes*, *Delminichthys*)).

Zbog ograničene mogućnosti izmjene hijerarhije stanišnih tipova tijekom kreiranja NKS-a, temeljenog i izgrađivanog na već postojećim sustavima klasifikacije zbog definiranih pravila postavljenih za zemlje članice Europske unije, nacionalna klasifikacija kao takva svojevrsni je kompromis sa zadržanim nelogičnostima. Radi što boljeg razumijevanja klasične podjele podzemnih staništa u ekološkom pogledu, ovdje je priložena klasifikacija temeljena na usporedbi većeg broja literaturnih izvora (Camacho, 1992; Juberthie, 2000; Culver i Pipan, 2009; Stoch, 2002), stava i mišljenja uvaženoga svjetskoga biospeleologa prof. dr. sc. Borisa Sketa, a i prema osobnoj prosudbi i prijedlogu autora ovoga priručnika (okvir 1.). Pritom treba naglasiti da je klasifikacija podzemnog okoliša vrlo nezahvalan postupak, jer nešto što je hijerarhijski na nižoj razini u nekom logičnom slijedu, u sinekološkom smislu može biti visoko rangirano u razini ekosustava i obrnuto.

**Okvir 1.** Novi prijedlog klasifikacije vodenih i kopnenih podzemnih ekoloških sustava i staništa.

## 1. KOPNENA PODZEMNA STANIŠTA

### 1.1. Kopneni intersticij ("površinsko podzemno stanište", MSS)

- 1.1.1. Kopneni intersticij na nekrškoj podlozi
- 1.1.2. Kopneni intersticij na karbonatnoj podlozi

### 1.2. Staništa ulaznih (sumračnih) špiljskih područja

### 1.3. Staništa špiljske tame

- 1.3.1. Staništa špiljske tame ovisna o unosu organske tvari s površine
- 1.3.2. Energetski samostalna staništa špiljske tame

## 2. VODENA PODZEMNA STANIŠTA

### 2.1. Intersticijska vodena staništa

- 2.1.1. Morska i priobalna intersticijska staništa
- 2.1.2. Slatkovodna intersticijska staništa
  - 2.1.2.1. Hiporeal (hiporeička zona)
  - 2.1.2.2. Freatik

### 2.2. Vode podzemnih šupljina

- 2.2.1. Procjedne vode epikrške zone
- 2.2.2. Vode ponornice (egzogene rijeke)
- 2.2.3. Vode estavela
- 2.2.4. Izvorske vode (izvori, vrela, oka)
- 2.2.5. Stalne podzemne tekućice (endogene rijeke)
- 2.2.6. Špiljske stajaćice
  - 2.2.6.1. Špiljske lokve
  - 2.2.6.2. Špiljske vode nakapnice (kamenice)
  - 2.2.6.3. Sustavi potopljenih pukotina (sifonska jezera)
- 2.2.7. Špiljske vode s autohtonim izvorom energije
- 2.2.8. Termalne podzemne vode
- 2.2.9. Anhikalna podzemna vodena staništa
- 2.2.10. Morske špilje

# Osnovna podjela podzemnih stanišnih tipova prema Interpretacijskom priručniku za stanišne tipove EU u odnosu na stanišne tipove prema Nacionalnoj klasifikaciji staništa

## 8310 Špilje zatvorene za javnost

PAL.CLASS.: 65

NKS: H.1.1., H.1.2., H.1.3., H.1.5., H.2.

**Opis staništa:** Špilje koje nisu otvorene za javnost, uključivo njihove podzemne stajaćice i tekućice, koje nastanjuju vrlo specijalizirane ili endemične vrste ili su od ključne važnosti za očuvanje vrsta iz Dodatka II. Direktive o staništima (npr. šišmiši i vodozemci).

Na ulaznim dijelovima špilja rijetko su razvijene vaskularne biljke već su uglavnom prisutne samo mahovine i obraštaj algi.

Nastanjuje ih visoko specijalizirana i endemična kavernikolna fauna, koja uključuje podzemne reliktnе oblike faune, uglavnom sastavljene od beskralješnjaka koji isključivo žive u špiljama i podzemnim vodama. Kavernikolni kopneni beskralješnjaci najvećim dijelom pripadaju kornjašima (Coleoptera) iz potporodice *Bathysciinae* i *Trechinae*, koji imaju vrlo ograničenu rasprostranjenost. Kavernikolni vodeni beskralješnjaci su mesojedni te iznimno endemični, sastavljeni najvećim dijelom od predstavnika različitih skupina rakova (Crustacea: Isopoda, Amphipoda, Syncarida i Copepoda) i uključuju mnoge žive fosile. Također su prisutni vodeni mekušci koji pripadaju porodici *Hydrobiidae*.

U svezi s kralješnjacima, špilje predstavljaju zimovališta za većinu europskih vrsta šišmiša, među kojima su mnogi ugroženi (Dodatak II.), pri čemu veći broj vrsta može živjeti u jednoj špilji.

Špilje su stanište za vrlo rijetku vrstu vodozemca *Proteus anguinus* uvrštenog u Dodatak II. kao prioritetna vrsta.

# PODZEMLJE

Pal.Class.: 65

NKS: H

NATURA 2000: 8310 (NKS: H.1.1., H.1.2., H.1.3., H.1.5., H.2.)

**Opis staništa:** Premda se nazivom podzemlje uvriježeno obuhvaćaju isključivo šipilje, jer je znanost biospeleologija tj. speleobiologija u svojim istraživanjima orijentirana upravo na istraživanje živoga svijeta šipilja, ovim pregledom dan je širi pogled na podzemna staništa u cijelini, a osobito na potrebe i nastojanja u zaštiti koja ni u kojem slučaju ne mogu i ne smiju biti ograničena samo na šipilje. Znanstvena otkrića posljednjih nekoliko desetljeća upućuju na sveprisutnost podzemnih biocenoza na Zemlji, pa tako i u Hrvatskoj, te upozoravaju na mozaičan raspored različitih tipova podzemnih staništa s mnogo preklapanja kopnenog i vodenog okoliša. Upravo ta nova otkrića pomažu nam u cijelovitom definiranju ovdje predložene klasifikacije i tipova podzemnih staništa.

Načelno gledano, podzemlje u širem smislu riječi naseljavaju podzemne kopnene, vodene i morske vrste ako izvori hrane dospijevaju u podzemne šupljine s površine te ako su obilježja klime specifična za podzemna staništa. To podrazumijeva nedostatak svjetlosti i izmjene dana i noći, umjerenu godišnju oscilaciju temperature, kratke hranidbene lance s dominacijom strvinara te relativnu vlažnost zraka blizu potpunoga zasićenja za kopnene sastavnice podzemnih sustava. No šipilje su tek mali dio podzemnih ekosustava, a sastoje se od šupljina i galerija velikih dimenzija koje su dostupne čovjeku.

Podzemlje u širem smislu riječi obuhvaća sva životna područja ispod površine tla kojima je zajedničko i bitno obilježje tama, a uključuje krški masiv (podzemna staništa u površinskom dijelu – “millieu souterrain superficiel – MSS”, a i različitu debljinu krškoga horizonta koji uključuje i kopnena i vodena staništa), izvankrške podzemne prostore te intersticijska vodena staništa (hipotelminoreičku, hiporeičku i freatičku zonu).

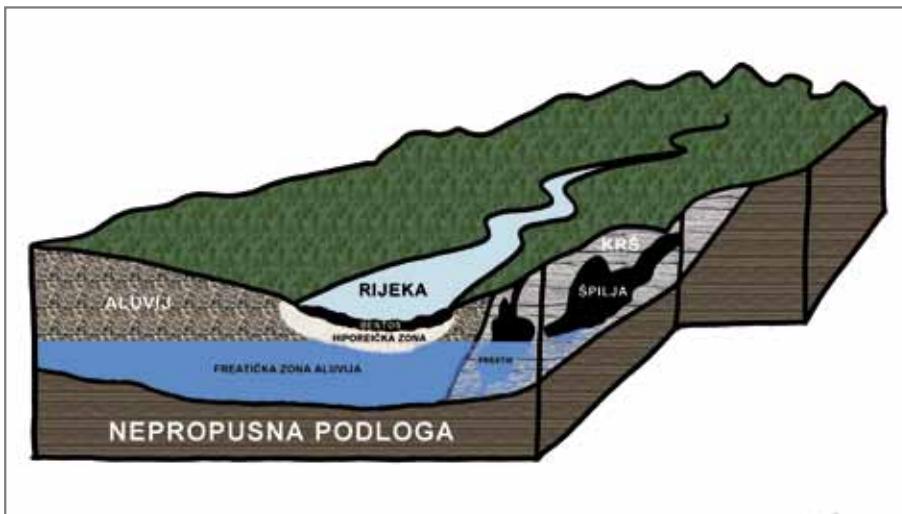
Podzemni vodeni okoliš općenito je manje složen od nadzemnoga vodenog okoliša, a staništa su mu veće potrajanosti i manjih fluktuacija (Danielopol i sur., 1994). Raznolikost i veličina podzemnih vodenih staništa naročito su vidljive na skali veličine sливnih područja velikih rijeka (slika 2.).

Na toj skali podzemna vodena staništa imaju tri osnovne sastavnice:

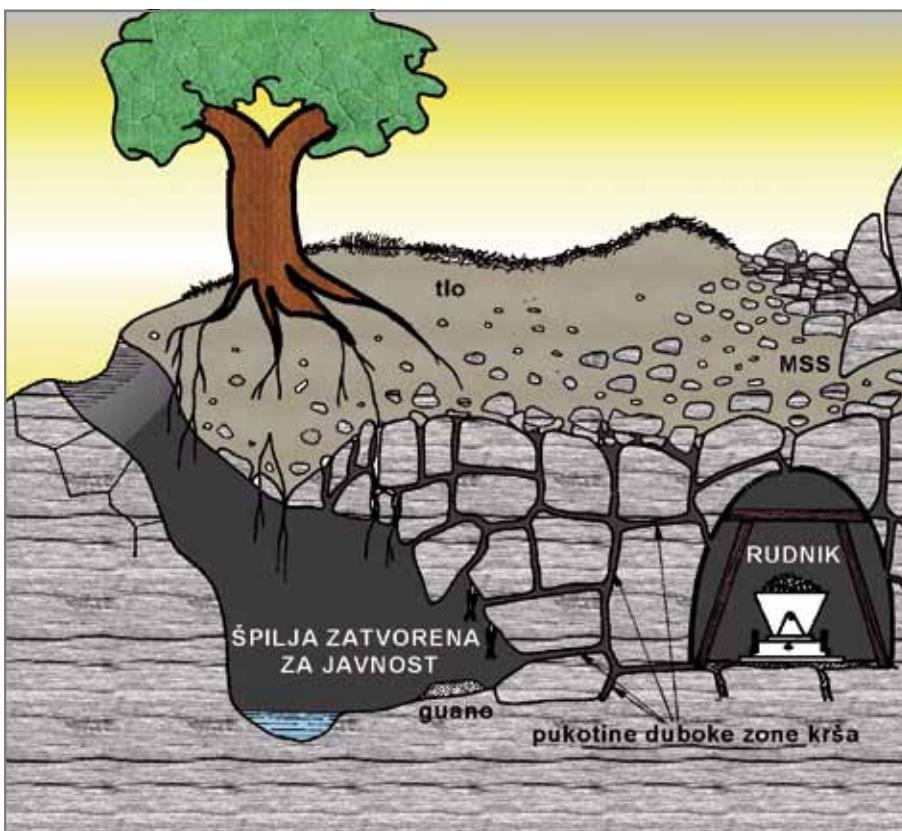
- podzemne vodene akumulacije koje su sastavljene od heterogenih vodonosnika u različitim tipovima sedimenata, osobito na području krša, nešto manje u kristaliničnim stijenama;
- slojevi freatičkih (vodom potpuno zasićenih) zona
- granične infiltracijske zone uz potoke i rijeke.

Podzemna kopnena staništa (slika 3.) imaju dvije osnovne sastavnice:

- šipilje i pukotine procjedne (vadovzne) zone krša te dijaklaze (tektonske pukotine većih dimenzija) i pukotine duboke zone;
- površinski podzemni okoliš (MSS) u kontaktu s donjim horizontima tla.

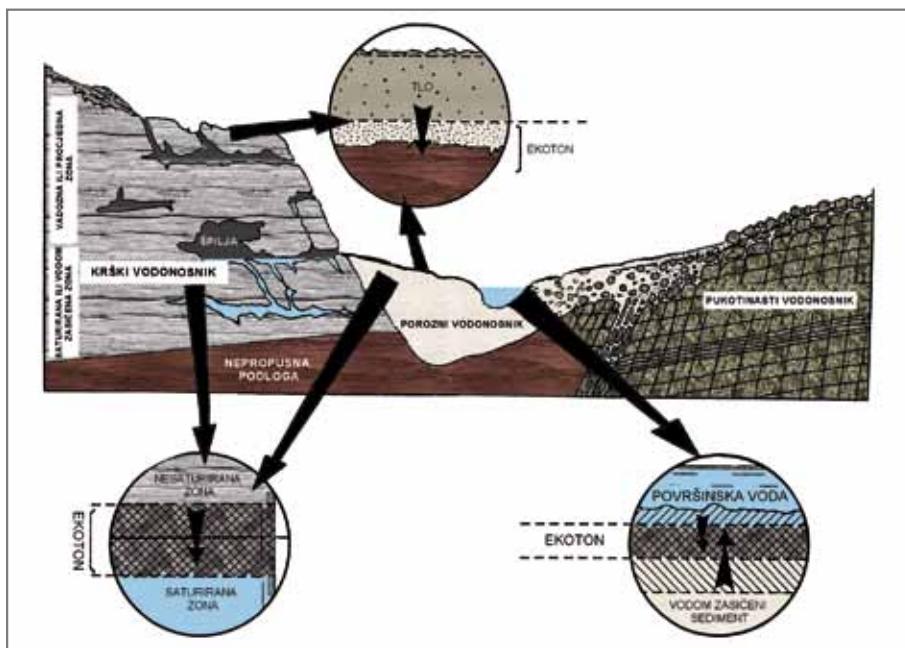


Slika 2. Pregled dijela raznolikosti podzemnih vodenih staništa na temelju horizontalnog presjeka kroz područje krškog reljefa i aluvija (crtež izradila S. Gottstein)



Slika 3. Pregled dijela podzemnih kopnenih staništa na temelju horizontalnoga presjeka kroz područje krškog reljefa (crtež izradila S. Gottstein prema Ginet i Decou 1977.)

Spomenute sastavnice upućuju na interakciju nadzemnog i podzemnog okoliša, na interakciju unutar podzemnih sustava te na njihovu mozaičnu rasprostranjenost. Međusobno preklapanje različitih tipova staništa čini vrlo važan segment u kategorizaciji staništa, čineći prijelazna, tzv. ekotonska staništa (slika 4.).



Slika 4. Prikaz prijelaznih (ekotonskih) stanišnih tipova između podzemnog i nadzemnog okoliša (crtež izradila S. Gottstein prema Gibert i sur. 1990.)

# Krške špilje i jame

Pal. Class.: 65.1, 65.2, 65.3, 65.4, 65.5, 65.6, 65.7, 65.815

NKS: H.1.

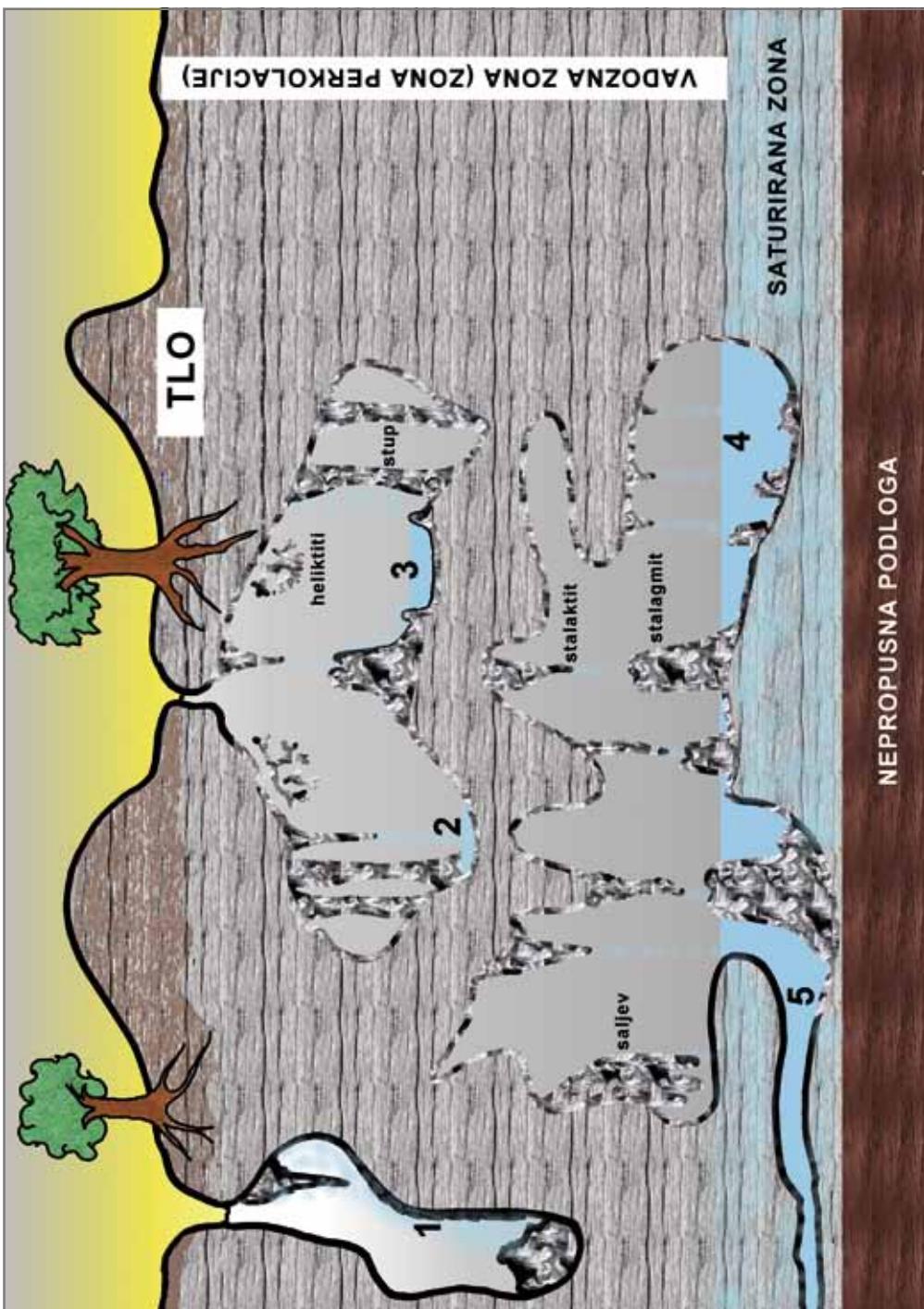
NATURA 2000: 8310 (NKS: H.1.1., H.1.2., H.1.3., H.1.5.)

**Opis staništa:** Špilje i jame tek su mali dio cjelokupnoga podzemnoga krškog okoliša u Hrvatskoj. Povezane su s nadzemljem većim ili manjim pukotinama, hodnicima, dvoranama i sl. Nastanak špilja u kršu povezan je s prisutnošću atmosferskog CO<sub>2</sub> te CO<sub>2</sub> nastalog aktivnošću organizama u tlu. Otopljen u vodi disocira na vodikove i bikarbonatne ione, otapajući karbonatnu podlogu i čineći male pukotine. Pukotina će se početi intenzivnije povećavati nakon postizanja 0,2 mm promjera, tvoreći sve veću mrežu prolaza i pukotina (Dreybrodt i sur., 2005 u Culver i Pipan, 2009). Strukturno gledano, podzemna staništa krša mogu se razdvojiti na staništa u procjednoj (vadoznoj) zoni te na staništa u freatičkoj zoni. Najgornji sloj vadozne zone naziva se epikrška zona, ona je izrazito porozna i sadržava brojne pukotine (slika 5.). Ta je zona osobito važna u opskrbi krša vodom, ona je ključni prijenosnik i akumulator oborinske vode koja se filtrira kroz površinski sloj, čineći tako važno potencijalno stanište brojnim podzemnim kopnenim i vodenim vrstama (Pipan, 2005). Sve špilje u kršu imaju nekoliko osnovnih sastavnica. Prije svega voda ulazi u podzemne krške sustave na kontaktu stijena i tla, pri čemu prolazi kroz brojne male pukotine složenih horizontalnih i vertikalnih poveznica, tvoreći spomenutu epikršku zonu (Ravbar, 2007 u Culver i Pipan, 2009). Voda se procjeđuje kroz epikršku zonu brojnim kanaliciima i malim pukotinama do vadozne zone, koju čine zrakom ispunjeni kanali, tvoreći špiljske potoke, nakapnice, kamenice, lokvice i sl. Vodotoci u špiljama mogu nastati i poniranjem vode s površine u obliku većih i manjih ponornica. Voda iz špiljskih staništa može i izlaziti u obliku povremenih i stalnih izvora na površini tla.

Špiljska su staništa izrazito zonirana i najčešće uključuju tri zone: osvijetljena zona, prijelazna zona i mračna zona. U ovoj su podjeli prijelazna i mračna zona opisane u sklopu jedne kategorije staništa, da se ne bi ponavljale zajednice organizama. Svako špiljsko stanište obilježeno je specifičnim živim svijetom i abiotičkim uvjetima okoliša te svako od njih može sadržavati svoje posebne vrste (Camacho, 1992; Camacho i sur., 1992). Naposljetku, osobito je važno upozoriti da prisutnost guana šišmiša i ptica, kao vrlo važnog staništa za brojne podzemne vrste unutar pojedinih staništa procjedne zone, bez kojeg mnoge zajednice podzemnih sustava ne bi opstale.

Iz vadozne zone voda se dalje procjeđuje do epifreatičke i freatičke zone. To je područje potpuno ispunjeno vodom. Voda temeljnica ili freatička voda u području krša zauzima veće prostore negoli freatička voda poroznih vodonosnika, kao posljedica otapanja vapnenca, što je rezultiralo velikim šupljinama duboko u podzemlju (Culver i Pipan, 2009).

Izlazak vode iz krškoga podzemlja na površinu tvori osobito važna ekotska staništa na prijelazu između podzemnih i površinskih voda, a to su različiti tipovi izvora. Pojavljuju su u različitim veličinama i oblicima, zbog čega su nastali brojni toponimi, ali i u narodu različito rabljeni nazivi, poput vrela, vrla, oka, česmi, jezerina, zdenaca i sl. Mnogi izvori osobito su stanište specifičnih zajednica organizama, ali i mjesto pojavljivanja podzemnih vrsta.



#### NEPROPUŠNA PODLOGA

Slika 5. Podzemna staništa krša procijedne (perkolacijske ili vodozne) zone i zasićene (saturirane ili freaticke) zone.  
1. higropetrik, 2. nakapnica, 3. helikitit, 4. špiljsko jezero, 5. kanal ispunjen vodom. (crtič izradila S. Gottstein)

## Kopnena krška špiljska staništa

Pal. Class. 65.1, 65.22, 65.3, 65.411, 65.42, 65.5, 65.6, 65.71, 65.74

NKS: H.1.1.

NATURA 2000: 8310

**Opis staništa:** Šupljine (kaverne) ispod površine tla koje ne sadrže stalnu vodu, premda neki špiljski sustavi mogu sadržavati uvjete visoke relativne vlažnosti zraka s prisutnim vlažnim stijenama i s procjeđivanjem vode. Osim toga, kopnena špiljska staništa uglavnom su smještena iznad područja potopljenoga krša te zbog uzdizanja vode povremeno mogu biti djelomično poplavljena. Kopnena krška špiljska staništa izrazito su zonirana i najčešće uključuju tri zone: osvijetljenu zonu, prijelaznu zonu i mračnu zonu, s različitom razinom stabilnosti osnovnih okolišnih uvjeta. Osvijetljena ulazna zona i prijelazna sumračna zona imaju najveće oscilacije temperature i relativne vlažnosti zraka, a duboka zona ima znatno stabilnije uvjete okoliša. Ako su osvijetljene, ulazna i prijelazna zona mogu sadržavati vaskularne biljke, kao što su paprati, no mnogo su dominantnije mahovine, alge i lišajevi. Unutar kopnenih špiljskih staništa mogu biti razvijena staništa u pukotinama i na površini stijena, na sigovini (stalaktitima, stalagmitima i dr.), u slojevima mulja te u guanu šišmiša i ptica (Camacho, 1992).

## Amfibijska krška špiljska staništa

Pal. Class.: 65.413

NKS: H.1.2.

NATURA 2000: 8310

**Opis staništa:** Podzemna su staništa pod najvećim utjecajem oscilacije razine vode u špiljama, uključivo podizanje razine vodnog lica i iznenadne poplave zbog ulijevanja ponornica u podzemlje. To su podzemna staništa prijelaznog obilježja u kojima se sezonski izmjenjuju razdoblja plavljenja i sušna razdoblja, sa stalnim ili povremenim tankim slojem vode (Sket, 2004) koji se preljeva preko matične stijene ili je pak voda uklještena između konkrecija podzemnih životinja koje imaju ljuštare, između vapnenih tokova i sl., gdje se voda zadržava kapilarnim silama. To stanište nastanjuju organizmi kojima je životna strategija (razvoj i razmnožavanje) prilagođena sezonskim oscilacijama plavljenja i protoka vode u podzemlju (Hawes, 1939).

## Vodena (slatkodovna) krška špiljska staništa

Pal. Class.: 65.11, 65.23, 65.412, 65.42, 65.72, 65.74

NKS: H.1.3.

NATURA 2000: 8310

**Opis staništa:** Vodena podzemna staništa znatno različita od površinskih staništa zbog nedostatka svjetlosti i gotovo potpunog izostanka primarnih prodece-

nata. Prema hijerarhijskom tipizacijskom modelu podzemnih vodenih staništa, špiljska staništa preplavljenoga krša pripadaju otvorenom tipu vodonosnika s niskom, promjenljivom ili visokom razinom izmjene podzemne vode s površinskom vodom. Organska materija i kisik ulaze s površine infiltracijom površinske vode ili se organska tvar pretaložuje procjeđivanjem. Važan su dio funkcionalne strukture krških vodonosnika, koji imaju heterogenu geologiju i strukturu te različite i varijabilne interakcije i izmjene vode s vodom površinskih staništa (Hahn, 2009). Obskrbljuju se vodom iz zone infiltracije, gdje se kroz pukotine i porozni krški teren voda procjeđuje u špiljske prostore ili se obrušava u podzemlje potocima i rijekama ponornicama te dalje teče podzemnim rijekama k dubljim dijelovima podzemlja.

## Zasumporene krške špilje

Pal. Class.: 65.44

NKS: H.1.5.

NATURA 2000: 8310

**Opis staništa:** Špilje u kojima je prisutna znatna količina sumpora, a sumporna je kiselina umjesto ugljične kiseline izvor ugljikovih iona tijekom otapanja vapnenca (Egemeier, 1981 u Culver i Pipan, 2009). Hidrološki gledano, špilje nastale pod djelovanjem sumporne kiseline nisu povezane s površinskim vodama, nego ih tvori podzemna voda bogata sumporom koja izvire u špilji. To su špilje sa smanjenom količinom kisika ili bez kisika, relativno tople, s atmosferom bogatom ugljičnim (IV) oksidom i sumpornim parama ili metanom i vodikovim sulfidom, nastanjene reliktnom termofilnom faunom vrlo specifičnih troglobiontskih i stiglobiontskih beskralješnjaka. U Hrvatskoj je taj tip staništa djelomično ili potpuno devastiran, no poznati su lokaliteti gdje su takva staništa zabilježena (Gruž nedaleko od Dubrovnika) pa je u budućnosti moguća revitalizacija.

## Nekrške špilje i jame

Pal. Class.: nema

NKS: H.2.; H.2.1

NATURA 2000: 8310

**Opis staništa:** Osim krških špilja i jama u Hrvatskoj su pronađeni i nekrški speleološki objekti u flišu i laporu. Vrlo su rijetki i specifična su podzemna staništa koja iziskuju posebnu zaštitu te znanstvenu pozornost zbog neistraženosti.

# 8330 Preplavljene ili dijelom preplavljene morske špilje

PAL.CLASS.: 12.7, 11.26, 11.294

NKS: H.1.4.; G.2.4.3.; G.4.3.2.; G.5.3.2.

**Opis staništa:** Špilje ispod mora ili s otvorima u moru, barem za plime, uključujući i dijelom preplavljeni morski špilje. Dno i stijene prekrivaju zajednice morskih beskralješnjaka i algi.

Morska staništa samo su djelomično obuhvaćena ovim priručnikom budući da će biti detaljno obrađena u Priručniku za određivanje morskih staništa u Hrvatskoj prema Direktivi o staništima EU.

## Anhidentalne krške špilje

Pal. Class.: 65.815

NKS: H.1.4.

NATURA 2000: 8330

**Opis staništa:** Mračna, većinom brakična vodena staništa duž obale mora, katkad s jasno prisutnim gradijentom saliniteta. Anhidentalne špilje i jame najčešće su staništa s podzemnim jezerima u kojima salinitet oscilira od gotovo slatke vode na površini do potpuno morske vode na dnu, obično s ograničenom izloženošću vanjskim klimatskim utjecajima, uvijek s više-manje prostranom podzemnom vezom s morem. Prisutan je znatan utjecaj mora i kopnenih staništa. Salinitet i stupanj povezanosti s morem kontroliraju prirodu živoga svijeta u njima. Anhidentalna špilska jezera blizu mora mogu sadržavati tipične morske vrste na dnu, a slatkvodne vrste u površinskom sloju vode, a objekti udaljeniji od obale mora (do 1 km) imaju, zbog slabijeg utjecaja mora, općenito manji broj vrsta, ali veći broj specifičnih vrsta. Takve špilje smještene su unutar krške podloge. Takvo stanište čini specifična zajednica anhidentalnih stigobionata, većinom rakova iz skupina *Copepoda* (*Acanthocyclops gordani*, *Diacyclops antrincola*), *Thermostbaenacea* (*Tethysbaena halophila*) i *Amphipoda* (*Hadzia fragilis*, *Niphargus hebereri*, *Niphargus pectencoronatae*, *Niphargus salonitanus*, *Pseudoniphargus adriaticus*, *Rhipidogammarus karamani*, *Salentinella angelieri*). Vrlo su ugrožena i devastirana takva staništa u Hrvatskoj zbog masovnoga turizma, urbanizacije, onečišćenja mora i dr. (Gottstein Matočec i sur., 2001, 2002; Gottstein i sur., 2007; Sket, 1996; Wilkens i sur., 2000).

# Ostala podzemna staništa koja prema Interpretacijskom priručniku za stanišne tipove EU ne pripadaju klasama 8310 i 8330

PAL. CLASS.: 65 A, 65.9, 88

NKS: H.3.; H.4.

## Intersticijska podzemna staništa

Pal. Class.: 65.9, 65.A

NKS: H.3.

NATURA 2000: –

**Opis staništa:** Staništa u međuprostorima kršja, šljunka ili pijeska, na suhom ili ispunjena vodom, a nastanjuju ih specifični maleni i izduženi oblici organizama.

## Intersticijska kopnena staništa (MSS)

Pal. Class.: 65.A1

NKS: H.3.1.

NATURA 2000: –

**Opis staništa:** Zajednice zauzimaju dio podzemnog ekosustava koji je u izravnom dodiru s donjim horizontima tla, uglavnom na višim nadmorskim visinama, na nekoliko centimetara do nekoliko metara dubine, u međusobno povezanim mikroskopski sitnim ali i većim međuprostorima kršja koje je slobodnom površinom u kontaktu s gornjim slojem geološke podloge. Razlikuju se od donjih horizonata tla strukturom, većom poroznošću i sastavom faune. Svetlost je u MSSu odsutna, temperaturne oscilacije minimalne, a relativna vlažnost blizu stupnja potpunog zasićenja (Giachino i Vailati 2010).

## Intersticijska vodena staništa

Pal. Class.: 65.9

NKS: H.3.2.

NATURA 2000: –

**Opis staništa:** Staništa u vrlo heterogenom supstratu – šljunku, pijesku, glini i šupljikavim stijenama, u koritu nekih podzemnih i nadzemnih tekućica, u obalama

stajaćica te u dubljim aluvijalnim nanosima. Podzemna voda, ispunjujući međuprostore šupljikavih stijena, šljunka, pijeska i gline, čini uski labirint kanalića koji su međusobno povezani. Sitni sediment, većinom pijesak i mulj, nakuplja se između oblutica i šljunka, a na njemu se razvijaju mikroorganizmi. Životinje su općenito malih dimenzija i izduženog oblika tijela u usporedbi s nadzemnim srodnicima. Slijede su i obezbojene, reducirane usne organe i/ili produženih osjetilnih struktura, koje nadoknađuju nedostatak vida.

## Antropogena podzemna staništa

Pal. Class.: 88

NKS: H.4.; H.4.1.; H.4.2.

NATURA 2000: –

**Opis staništa:** Podzemna staništa nastala djelovanjem čovjeka. Umjetni podzemni prostori mogu predstavljati važno zamjensko stanište za šišmiše koji nastanjuju špilje, i značajno stanište mnogih kopnenih, ali i vodenih beskralješnjaka kao što su trogloksene i troglofilne vrste dvokrilaca (Diptera), leptira (Lepidoptera) i ravnokrilaca (Orthoptera) koji prodiru u rudnike kroz ulaze, te podzemne troglobiontske vrste kornjaša (Coleoptera), skokuna (Collembola), dvorepacu (Diplura) i dr. koji prodiru u duboku, mračnu zonu rudnika kroz duboke pukotine. Populacije su gустe oko vlažnih i natrulih komada drveta. Dijele se na antropogena kopnena podzemna staništa (H.4.1) i antropogena vodena podzemna staništa (H.4.2.).

Antropogena staništa nisu detaljno obrađena u ovom priručniku jer nisu stanišni tipovi od interesa za zaštitu prirode prema odredbama Direktive o staništima, iako pojedini lokaliteti mogu predstavljati važna staništa za ugroženu podzemnu faunu.



# NATURA 2000 – 8310 Špilje zatvorene za javnost

## Polušpilje i ulazni dijelovi špilja

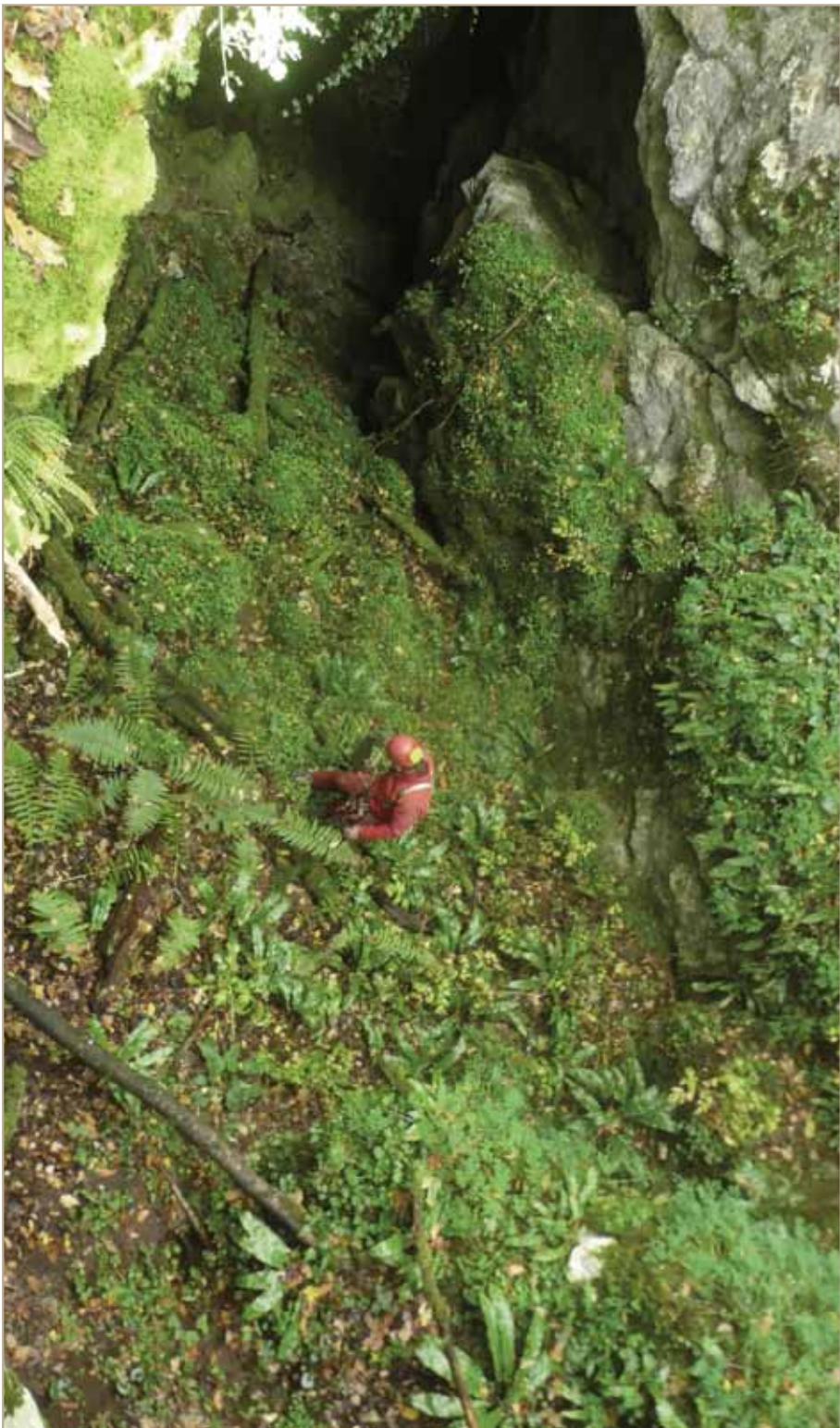
Pal. Class.: 65.5; 65.6

NKS: H.1.1.1.

**Opis staništa:** Polušpilje i ulazni (osvijetljeni) dijelovi špilja jesu zone špilja ili cjelovita područja u kojima se odvijaju znatne promjene fizikalnih uvjeta okoliša. To su staništa u kojima vanjski utjecaj vlada biološkim okolišem. Općenito su stabilno hladne (ili tople) i vlažne, no temperaturni uvjeti znatnije osciliraju, a oscilira i razina svjetlosti, od djelomične zasjenjenosti do potpune tame. To je područje s iznimno oscilirajućom količinom organske tvari: nagomilanog listinca, grana, izmeta ptica i šišmiša i druge organske tvari. Zidovi i stropovi podijeljeni su na velik broj ekoloških niša i mikrostaništa, ovisno o razini vanjskih klimatskih utjecaja i konfiguraciji objekta. Mogu ih nastanjavati biljke sjemenjače i paprati, ili pak mahovine (Juberthie, 2000; Wilkens et al., 2000) (slika 6.-7.).



Slika 6. Polušpilja na rijeci Dobri (foto R. Ozimec)



Slika 7. Ulazno područje jame kod Vrhovina (Otočac, Lika)  
s bogato razvijenom vegetacijom (foto R. Ozimec)

**Karakteristične svojte:** Polušpilje i ulazne dijelove špilja nastanjuju različiti predstavnici subtroglofilnih beskralješnjaka, među kojima su mnogi fakultativni povremeni troglokseni, ali povremeno ih nastanjuju i pravi podzemni predstavnici faune. Sastav te faune vrlo je promjenljiv tijekom različitih godišnjih doba. Ljeti prevladavaju vrste s ljetnom diapauzom (estivalne vrste), kao što su neke vrste iz skupine Trichoptera (*Limnephilus*, *Micropterna* i *Stenophylax*). Zimi su to hibernirajuće vrste, kao što su leptiri (*Triphosa dubitata* i *Scoliopteryx libatrix*), kosci (Opilionida), dvokrilci (Diptera) i dr. U sastavu zidne zajednice polušpilja i ulaznih dijelova špilja susreće se i velik broj trogloksena (Chiroptera – šišmiši) i troglobila (puževi, lažišticipavci, kosci, pauci, dvokrilci i dr.), ali i troglobionata (puževi, pauci, lažišticipavci, stonože, tvrdokrilci i dr.).

Subtroglofilni beskralješnjaci koji nastanjuju polušpilje i ulazne dijelove špilja najčešće su iz skupina Lepidoptera, Diptera, Hymenoptera, Coleoptera i Trichoptera, kojima je to stanište prijeko potrebno za odvijanje dijela životnoga ciklusa (dozrijevanje gonada, razdoblja mirovanja). Među njima osobito valja istaknuti karakteristične svojte leptira iz roda *Triphosa* (slika 8.). Najveći broj jedinki vrste *Triphosa dubitata* do sada je zabilježen u špilji Vrelo u Fužinama (Gorski kotar), gdje ih je bilo više od tisuću po zidovima špilje. Te vrste leptira mogu se vidjeti i do 150 metara u unutrašnjosti špilje. Zonu polusjene ulaznih dijelova često nastanjuje pauk *Meta monerdi* (slika 9.).



Slika 8. Subtroglofilni leptir *Triphosa dubitata*, špilja Bukovac, Fužine, Gorski kotar (foto G. Polić).



Slika 9. Subtroglofilni pauk *Meta menardi*, Hanžekova jama , pl. Ivanščica (foto R. Ozimec).

**Pojavljivanje u RH:** Taj tip staništa prisutan je na cijelom području krša Dinari da Hrvatske, ali i u izoliranim krškim područjima panonskoga dijela Hrvatske.

**Uzroci ugroženosti:** Zbog dostupnosti i lakoga pristupa posjetilaca ta su staništa vrlo često ugrožena različitim oblicima vandalizma koji se očituju kao mehanička oštećenja (lomljenje špiljskih ukrasa, turističko i komercijalno prikupljanje ukrasa) i estetsko narušavanje (pisanje grafita, odlaganje različitih vrsta glomaznog otpada). Vrlo visok rizik ugrožavanja potječe od nepropisnih rekreativnih aktivnosti koje degradiraju ili uništavaju staništa te smanjuju gustoću ili potpuno uništavaju populaciju temeljnih vrsta ("key species"). Visok rizik oštećenja staništa potječe i od tekućeg i krutog otpada te u blizini kamenoloma i rudnika od iskorištavanja prirodnih sirovina. Ugrožavanje se očituje i kao nepropisno i prekomjereno prikupljanje faune. Promjene u sastavu i dominantnosti pojedinih vrsta također su čest oblik ugrožavanja zajednica organizama toga tipa staništa.

### **Mjere zaštite:**

- očuvati biološke vrste važne za stanišni tip;
- ne unositi strane (alohtone) vrste i genetski modificirane organizme;
- očuvati sigovine, živi svijet speleoloških objekata, fosilne, arheološke i druge nalaze;
- ne mijenjati stanišne uvjete u speleološkim objektima, u njihovu nadzemlju i njihovoj neposrednoj blizini ili ih poboljšati ako su nepovoljni;
- sanirati izvore onečišćenja koji ugrožavaju nadzemne i podzemne krške vode;
- sanirati odlagališta otpada na slijevnim područjima speleoloških objekata;
- osigurati neophodni mir za podzemnu faunu, a u određenim lokalitetima (ovisno o njihovim svojstvima i statusu zaštite) zabraniti komercijalno posjećivanje ili osigurati mjere očuvanja prilikom posjećivanja

**H.1.1.1.1.** Špilje sa subtroglofilnim beskralješnjacima – Špilje nužne za odvijanje dijela životnog ciklusa (sazrijevanje gonada, razdoblja mirovanja) subtroglofilnih beskralješnjaka (fakultativni povremeni troglokseni), kao što su Lepidoptera, Diptera, Hymenoptera, Coleoptera, Trichoptera; općenito su stabilno hladne (ili tople) i vlažne.

# Suhe fosilne špilje

Pal. Class.: 65.7

NKS: H.1.1.2.

**Opis staništa:** To su špilje koje više ne sadrže tekuću vodu niti aktivnu špiljsku sigovinu. Rijetko su to geološki vrlo stare špilje. Kosti, drugi životinjski i biljni ostaci ukopani su u sedimentu i katkad čvrsto uloženi u krški pokrov. Fosilizirane kosti u takvima špiljama mogu biti podrijetlom od uginule životinje ili su to pojedinačne kosti podrijetlom od plijena mesojeda. Katkad su se potpuno očuvali mumificirani ostaci nestalih vrsta.

**Karakteristične svojte:** Najčešći su nalazi fosilnih vrsta kralješnjaka, većinom špiljskog medvjeda (*Ursus spelaeus*), ali i špiljskog lava (*Panthera spelaea*) i špiljske hijene (*Crocuta spelaea*). Uz njih se povremeno pronalaze i fosilnih ostaci ljudi te njihove rukotvorine – razne alatke od kremena ili kosti (artefakti). Prema dosadašnjim istraživanjima, nalazi živućih vrsta beskralješnjaka bez obzira na stupanj prilagođenosti na podzemne uvjete ne upućuju na stabilne, stalne populacije, nego samo na sporadične nalaze i stoga, kao staništa pogodna za rekolonizaciju susjednih špilja od posebne važnosti za NATURA 2000 klasificiraju se rubno kao 8310. Međutim, s obzirom na izoliranost krškog područja unutar kontinentalnog dijela Hrvatske, mogu se očekivati endemske svojte.

**Pojavljivanje u RH:** Taj tip staništa prisutan je na cijelom području krša Dinarija Hrvatske, ali i u izoliranim krškim područjima panonskoga dijela Hrvatske. Od špilja treba napose istaknuti špilju Vindiju u Hrvatskom zagorju (slika 10.) gdje su



Slika 10. Špilja Vindija (foto B. Caoto)

sedimenti s paleontološkim nalazima debeli više od 9 metara, te sedimentima koštanih breča potpuno ispunjenu jamu Šandalja I. u Istri, u kojoj su nađeni fosilni ostaci faune koja je na ovom području živjela prije milijun godina. Šandalja II. također je vrlo zanimljiv paleontološki lokalitet zbog nalaza faune te kremenog i koštanog oruđa iz vremena gornjega pleistocena.

**Uzroci ugroženosti:** Zbog dostupnosti i lakoga pristupa posjetilaca ta su staništa vrlo često ugrožena različitim oblicima vandalizma koji se očituju kao mehanička oštećenja (lomljenje špiljskih ukrasa, turističko i komercijalno prikupljanje ukrasa) i estetsko narušavanje (pisanje grafita, odlaganje različitih vrsta glomaznog otpada). Vrlo visok rizik ugrožavanja potječe od nepropisnih rekreativnih aktivnosti koje degradiraju ili uništavaju staništa, a to se čini i prikupljanjem kostiju fosila u komercijalne svrhe i za privatne zbirke. Visok rizik oštećenja staništa potječe i od tekućeg i krutog otpada. Zbog vrlo čestog turističkog uređivanja takvih objekata česta su mehanička oštećenja staništa, ali to ima i negativni utjecaj na potencijalnu recentnu podzemnu faunu zbog promijenjene mikroklimе.

### Mjere zaštite:

- očuvati sigovine, živi svijet speleoloških objekata, fosilne, arheološke i druge nalaze;
- ne mijenjati stanišne uvjete u speleološkim objektima, u njihovu nadzemlju i u neposrednoj blizini;
- u objektima koji se koriste turistički, posjećivanje provoditi na način da se ne ugrozi potencijalna recentna fauna

**H.1.1.2.1. Suhe fosilne špilje –** To su špilje koje više ne sadrže tekuću vodu niti aktivnu špiljsku sigovinu. Rijetko su to geološki vrlo stare špilje. Kosti, drugi životinjski i biljni ostaci ukopani su u sedimentu i katkad čvrsto uloženi u krški pokrov. Fosilizirane kosti u takvima špiljama mogu biti podrijetlom od uginule životinje ili su to pojedinačne kosti podrijetlom od plijena mesojeda. Katkad su se potpuno očuvali mumificirani ostaci nestalih vrsta (špiljski medvjed, špiljski lav, špiljska hijena i dr.).

# Špilje i špiljski sustavi sa subtroglofilnim kralješnjacima

Pal. Class.: 65.2; 65.3

NKS: H.1.1.3.

**Opis staništa:** To su špilje prijeko potrebne za životni ciklus subtroglofilnih kralješnjaka, kao stanište ljetnih i zimskih kolonija šišmiša, poznate stoga i kao špilje s porodiljskim kolonijama šišmiša te špilje s velikim zimujućim kolonijama šišmiša (Tvrtković, 2006). Uglavnom su to špilje relativno stabilne mikroklime, u špiljama s porodiljskim kolonijama temperatura premašuje 12°C, a u špiljama s velikim zimujućim kolonijama šišmiša temperatura je tijekom zimskih mjeseci između 5 i 8°C, s visokom relativnom vlažnošću zraka. Općenito, to su špilje velikih dimenzija tj. velikih špiljskih dvorana visokoga stropa, s vodotocima koji prolaze kroz njih ili su nastale uz veći nadzemni tok.

**Karakteristične svojte:** To su stalne ili povremene kolonije šišmiša koji većinom pripadaju porodici Rhinolophidae (*Rhinolophus euryale*, *R. ferrumequinum*, *R. blasii*) i Vespertilionidae (*Miniopterus schreibersi*, *Myotis blythi*, *M. emarginatus*) (slike 11.-13.). Te špilje povremeno posjećuju glodavci (*Glis glis*, *Eliomys quercinus*, *Apodemus mystacinus*, *Microtus nivalis*, *Dinaromys bogdanovi* i dr.) te ptice (*Pyrrhocorax graculus* i *Columba livia*).

**Pojavljivanje u RH:** Taj tip staništa prisutan je na cijelom području krša Dinara da Hrvatske.



Slika 11. Blazijev potkovnjak (*Rhinolophus blasii*) (foto R. Ozimec)



Slika 12. Miješana kolonija *Myotis myotis/blythii* u Toploj peći kod Krupe  
(foto I. Pavlinić)



Slika 13. Dugokrili pršnjak (*Miniopterus schreibersii*)  
(foto I. Pavlinić)

**Uzroci ugroženosti:** Uzroci ugroženosti jesu: uznemiravanje kolonija šišmiša tijekom zimovanja zbog promjene mikroklimе aktivnošću posjetilaca; preuređivanje špilja u turističke svrhe; neadekvatno postavljanje zapreka (nepropisna vrata) na ulaze špilja; onečišćenje zraka i tla u okolini špilja; isušivanje vodenih staništa koja su ključna za vodene kukce kojima se u odrasлом stanju šišmiši hrane; sadnja monokultura alepskog bora *Pinus halepensis* u priobalnom dijelu Hrvatske, što znatno osiromašuje faunu koja je potencijalni izvor hrane; česti požari u priobalnom dijelu Hrvatske.

### Mjere zaštite:

- zaštita špilja s porodiljskim kolonijama šišmiša, uz mjere upravljanja, koje podrazumijevaju strogu zabranu uznemiravanja kolonija u razdoblju od svibnja do sredine kolovoza;
- zaštita speleoloških objekata sa zimovalištima šišmiša od komercijalnog posjećivanja i obavljanja bilo kakvih drugih aktivnosti tijekom zime;
- prema potrebi na određene speleološke objekte postaviti odgovarajuća zaštitna vrata, prilagođena šišmišima;
- ne mijenjati stanišne uvjete u speleološkim objektima, u njihovu nadzemlju i u neposrednoj blizini, ili ih poboljšati ako su nepovoljni;
- sanirati izvore onečišćenja koji ugrožavaju nadzemna i podzemna koprena i vodena krška staništa;
- sanirati odlagališta otpada na slijevnim područjima speleoloških objekata;

**H.1.1.3.1.** Kontinentalne špilje sa subtroglofilnim kralješnjacima – To su špilje prijevo potrebne za odvijanje dijela životnoga ciklusa kralješnjaka subtroglofila (fakultativni periodični troglokseni), kao staništa ljetnih ili zimskih kolonija šišmiša. Te špilje povremeno nastanjuju i drugi sisavci, kao što su glodavci (*Glis glis*, *Eliomys quercinus*, *Apodemus mystacinus*, *Microtus nivalis*, *Dinaromys bogdanovi*), neke ptice (*Pyrrhocorax graculus*, *Columba livia*), daždevnjaci i žabe.

**H.1.1.3.2.** Otočne špilje sa subtroglofilnim kralješnjacima – To su špilje na otocima prijevo potrebne za odvijanje dijela životnoga ciklusa kralješnjaka subtroglofila (fakultativni periodični troglokseni). Osim šišmiša, u te špilje na nekim otocima povremeno zalaze i neki glodavci, kao što je vrsta *Apodemus mystacinus*, koja primarno nastanjuje krške pukotine.

# Špilje i špiljski sustavi s troglobiontskim beskralješnjacima

Pal. Class.: 65.4

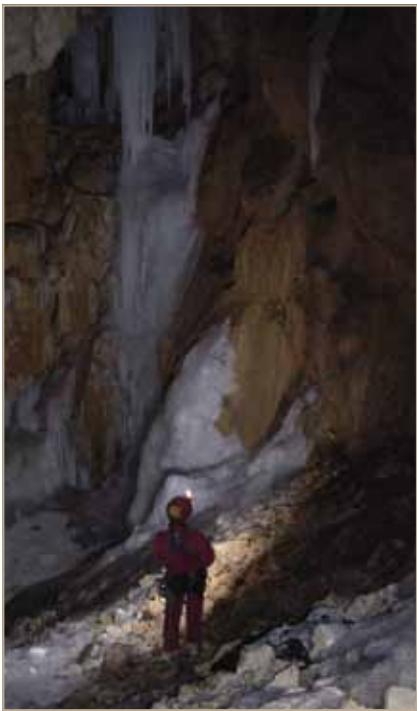
NKS: H.1.1.4.

**Opis staništa:** To su špilje koje nastanjuju mnogobrojne zajednice organizama, a uključuju kopnene troglobiontske beskralješnjake ograničene rasprostranjenosti, s relativno malim brojem vrsta koje pripadaju ograničenom broju taksonomske skupine i uključuju važne reliktnе vrste. **Špilje umjerenih uvjeta s troglobiontima** jesu špilje s uobičajenom koncentracijom kisika, stabilne mikroklimе, suhe ili vlažene procjeđivanjem vode ili protjecanjem stalnog ili povremenoga toka, u kojima se ne zadržava led, nastanjene zajednicom troglobiontskih beskralješnjaka, koje često uključuju važne reliktnе vrste. **Ledene špilje s troglobiontima ili špilje ledenice** nalaze se na višim nadmorskim visinama u kojima se tijekom cijele godine ili veći dio godine zadržavaju snijeg i led ili špilje u ponikvama zbog temperaturne inverzije, gdje vanjska klima stvara ustroj glacijalne topoklime. Takve špilje imaju određenu zakonitost sezonskog i dvozmernog strujanja, s izmjenom strujanja zraka s vanjskim okolišem, koja se zbiva samo zimi, što za posljedicu ima stalno nakupljanje hladnoga zraka u špilji (slika 14.).

**Karakteristične svojstva:** Karakteristične skupine te zajednice jesu kopneni puževi (Gastropoda) iz rodova *Meledella*, *Pholeoteras*, *Troglaeogopis*, *Zospeum* i *Speleaeochoncha*, lažipauci (Opiliones) iz roda *Hadzinia* i *Travunia*, lažištavci (Pseudoscorpiones) iz roda *Neobisium*, *Microchthonius* i *Troglochthonius*, pauci (Aranea) iz rodova *Histopona*, *Stalita*, *Parastalita* i *Stalagtia*, stonoge (Myriapoda), dvojenoge (Diplopoda) iz rodova *Macrocheatosoma*, *Biokoviella* i dr., strige (Chilopoda) iz porodice Lithobiidae, skokuni (Collembola) iz rodova *Tomocerus*, *Tritomurus*, *Onychiuroides* i dr. te kornjaši (Coleoptera) iz potporodice Bathysciinae, Staphylinidae (*Machaerites*) i Trechinae (slike 15.-21.) ali i brojni drugi predstavnici do sada ne istraženih skupina kopnenih beskralješnjaka.

Špilje ledenice nastanjuju troglobiontski beskralješnjaci, glacijalni relikti većinom iz skupine Coleoptera (neke vrste rodova *Astagobius*, *Anophthalmus*, *Neotrechus*, *Antrocherpon*, *Lovricia*, *Spaeoplanes*), neke vrste iz skupine Pseudoscorpiones (*Protoneobisium*, *Roubaliella*, *Neobisium*) i dr. (slike 22.-25.).

**Pojavljivanje u RH:** Špilje umjerenih uvjeta s troglobionskim beskralješnjacima prisutne su na cijelom području Dinarida, uključivo i izolirana krška područja izvan krša Dinarida. Špilje ledenice su prisutne na višim nadmorskim visinama krša Dinarida Hrvatske, mnogobrojne su na području Gorskoga kotara, gdje je najpoznatija špilja ledenica u Golubinjaku, te na Velebitu – u zaštićenim područjima to je Vukušić snježnica u nacionalnom parku (NP) Sjeverni Velebit i ledenica na Svetom brdu u NP Paklenica. Na Biokovu najčešće su sjeverno eksponirane.



Slika 14. Špilja Crna ledenica, Biokovo  
(foto I. Glavaš)



Slika 15. Podzemni puž *Spelaeoconcha paganetti* iz Kraljevske jame na otoku Hvaru (foto G. Polić)



Slika 16. Lažipauk *Hadzinja karamani*, Cerovačke špilje (foto R. Ozimec)



Slika 17. Lažipauk *Travunia jandai*, Špilja Ostaševica, otok Mljet (foto R. Ozimec)



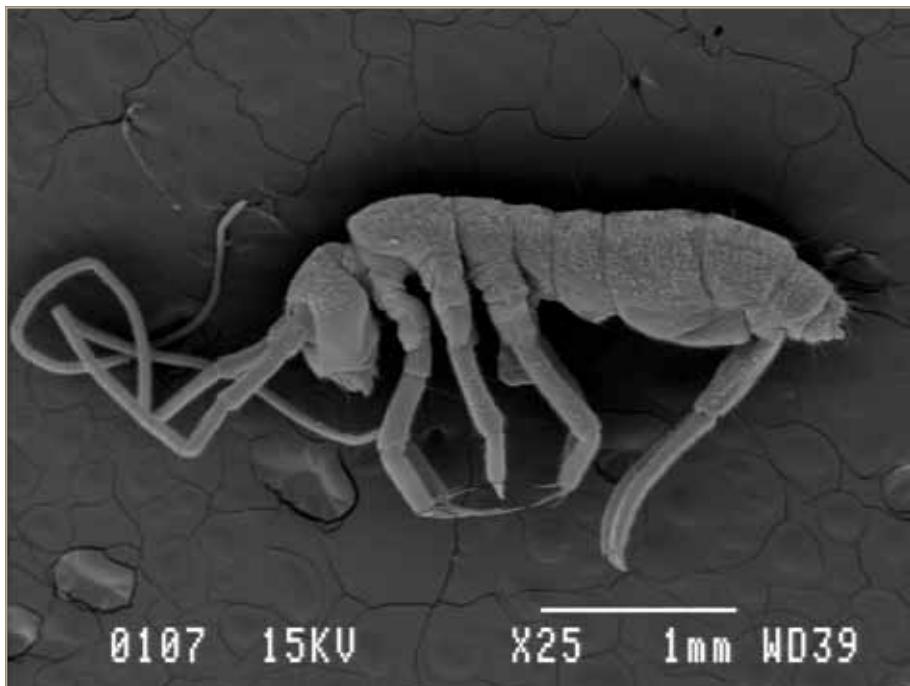
Slika 18. Lažištipavac *Neobisium reimoseri*, špilja Kuštrovka, Ogulin  
(foto R. Ozimec)



Slika 19. Podzemni pauk *Stalagitia hercegovinensis*, Vilina špilja, izvor Omble  
(foto R. Ozimec)



Slika 20. Podzemna dvojenoga *Macrochaetosoma troglomontanum*  
(foto R. Ozimec)



Slika 21. Podzemni skokun roda *Tritomurus*  
(foto M. Lukić)



Slika 22. Špiljski kornjaš *Astagobius angustatus*, Špilja ledenica u Golubinjaku  
(foto S. Gottstein)



Slika 23. Špiljski kornjaš *Astagobius hadzii*, Jama Vrtlina, Južni Velebit  
(foto B. Jalžić)



Slika 24. Špiljski kornjaš *Spaeoplanes giganteus*, Jama Krjava, Biokovo  
(foto B. Jalžić)



Slika 25. Špiljski lažištipavac *Neobisium peruni*, Špilja Baba, Biokovo  
(foto R. Ozimec)

**Uzroci ugroženosti:** Stanište je ugroženo globalnim klimatskim promjenama i povišenjem prosječne godišnje temperature. Temperatura se može povisiti i prekomjernim turističkim posjetima. Fauna je ugrožena prekomjernim nedopuštenim sakupljanjem (sva je podzemna fauna strogo zaštićena te se može sakupljati samo uz dopuštenje).

### Mjere zaštite:

- ne mijenjati stanišne uvjete u speleološkim objektima, u njihovu nadzemlju i njihovoј neposrednoј blizini ili ih poboljšati ako su nepovoljni;
- propisivati uvjete i sustavno nadzirati istraživanja u takvим objektima sukladno Zakonu o zaštiti prirode, radi očuvanja staništa i sprječavanja prekomjernog sakupljanja rijetke faune;
- najvažnije objekte potpuno izuzeti iz komercijalnog posjećivanja, a gdje je takvo posjećivanje dopušteno propisati uvjete uređivanja špilje i ponašanja prilikom posjeta;
- spriječiti izgradnju hidrocentrala i ostale neprikladne gospodarske djelatnosti (kamenolomi), koje uzrokuju potapanje špilja uslijed podizanja razine podzemnih voda neposredno uz akumulaciju;
- poticati razvoj ekološke poljoprivrede;
- ukloniti sve divlje deponije u blizini takvih objekata, izgraditi kanalizacijski sustav te spriječiti daljnja zagađenja podzemnih voda.

**H.1.1.4.1.** Špilje umjerenih uvjeta s troglobiontskim beskralješnjacima – Špilje s uobičajenom koncentracijom kisika, stabilne mikroklime, suhe ili vlažene procjeđivanjem vode ili protjecanjem stalnog ili povremenog toka, u kojima se ne zadržava led, nastanjene zajednicom troglobiontskih beskralješnjaka, koje često uključuju značajne reliktnе vrste.

**H.1.1.4.2.** Ledene špilje s troglobiontima – Špilje na višim nadmorskim visinama ili špilje na nižim nadmorskim visinama gdje je vanjska klima toliko promjenljiva te lokalno stvara ustroj glacijalne topoklime. Takve špilje imaju određenu zakonitost sezonskog i dvosmjernog strujanja, s izmjenom strujanja zraka s vanjskim okolišem, koja se zbiva samo zimi i za posljedicu ima stalno nakupljanje hladnog zraka u špilji. Špilje nastanjuju troglobiontski beskralješnjaci, glacijalni relikti većinom iz skupine *Coleoptera* (neke vrste rodova *Astagobius*, *Anophthalmus*, *Neotrichus*, *Antrocherpon*, *Lovricia*, *Spaeoplanes*), neke vrste iz skupine *Pseudoscorpiones* (*Protoneobisium*, *Roubaelliella*, *Neobisium*) i dr.

# Špilje s troglofilnim beskralješnjacima

Pal. Class.: 65.5, 65.6

NKS: H.1.1.5.

**Opis staništa:** Obuhvaća zajednice špiljskih organizama koje ne uključuju troglobiontske organizme, ali uključuju troglofilne beskralješnjake. Općenito, to su špilje kroz koje protječu podzemni tokovi ili špilje s bogatim hranjivim supstratom, izdubljene u karbonatnoj zoni, okružene šumom ili izvan nje.

**Karakteristične svoje:** Nastanjuju ih predstavnici iz skupine Gastropoda, Isopoda, Aranea, Coleoptera, Orthoptera, Collembola. Troglofilni špiljski ravnokrilci (Orthoptera) iz rođiva *Troglophilus* (uglavnom u unutrašnjosti Hrvatske i u Istri), *Dolichopoda* te *Grylomorpha* (u priobalnom području s otocima) tipični su predstavnici toga tipa staništa (slika 26.-28.).

**Pojavljivanje u RH:** Taj tip staništa prisutan je na cijelom području krša Dinarija Hrvatske.

**Uzroci ugroženosti:** Zbog dostupnosti i lakoga pristupa posjetilaca ta su staništa vrlo često ugrožena različitim oblicima vandalizma koji se očituju kao mehanička oštećenja (lomljenje špiljskih ukrasa, turističko i komercijalno prikupljanje ukrasa) i estetsko narušavanje (pisanje grafita, odlaganje različitih vrsta glomaznog otpada). Vrlo visok rizik ugrožavanja potječe od nepropisnih rekreativnih aktivnosti koje degradiraju ili uništavaju staništa te smanjuju gustoću ili potpuno uništavaju populaciju temeljnih vrsta ("key species"). Visok rizik oštećenja staništa potječe i od tekućeg i krutog otpada te u blizini kamenoloma i rudnika od iskorištavanja prirodnih sirovina. Ugrožavanje se očituje i kao nepropisno i prekomjerno prikupljanje faune. Promjene u sastavu i dominantnosti pojedinih vrsta također su čest oblik ugrožavanja zajednica organizama toga tipa staništa. To stanište znatno ugrožava i sječa šuma te sadnja monokultura, čime se osiromašuju gornji horizonti tla, ključni za protok hranjivih tvari do organizama koji nastanjuju to stanište.

## Mjere zaštite:

- očuvati biološke vrste važne za stanišni tip;
- ne unositi strane (alohtone) vrste i genetski modificirane organizme;
- očuvati sigovine i živi svijet speleoloških objekata;
- ne mijenjati stanišne uvjete u speleološkim objektima, u njihovu nadzemlju i njihovoj neposrednoj blizini ili ih poboljšati ako su nepovoljni;
- sanirati izvore onečišćenja koji ugrožavaju nadzemne i podzemne krške vode;
- sanirati odlagališta otpada na slijevnim područjima speleoloških objekata;
- osigurati neophodni mir za podzemnu faunu, a u određenim lokalitetima (ovisno o njihovim svojstvima i statusu zaštite) zabraniti komercijalno posjećivanje ili osigurati mjere očuvanja prilikom posjećivanja
- sprječavati sječu šume na većim površinama krškoga terena;
- održavati prirodne šumske sastojine, što uključuje i sprečavanje sadnje monokultura crnogorice i bjelogorice.

**H.1.1.5.1.** Špilje s troglobilnim beskralješnjacima – Zajednice špiljskih organizama koje ne uključuju troglobiontske organizme, ali uključuju troglobilne beskralješnjake. Općenito, to su špilje kroz koje protječu podzemni tokovi ili špilje s bogatim hranjivim supstratom, izdubljene u karbonatnoj zoni okružene šumom ili izvan nje. Nastanjuju ih predstavnici iz skupine Gastropoda, Isopoda, Aranea, Coleoptera, Orthoptera, Collembola.



Slika 26. Špiljski konjic *Dolichopoda araneiformis*, mužjak i ženka,  
Kraljevska jama, otok Hvar (foto R. Ozimec)



Slika 27. Dalmatinski špiljski šturak roda *Grylomorpha*, špilja Baba, Makarska  
(foto R. Ozimec)



Slika 28. Špiljski konjic *Troglophilus cavicola*  
(foto R. Ozimec)

# Atroglozoocenotičke špilje

Pal. Class.: 65.7

NKS: H.1.1.6.

**Opis staništa:** To su špilje, često malene i suhe, bez znatnih troglobiontskih ili troglofilnih zoocenoza i ne nastanjuju ih važni subtroglofili.

**Karakteristične svojte:** Ove špilje najčešće nastanjuju različite skupine subtrogofilnih beskralješnjaka kao što su kornjaši (Coleoptera), kopneni jednakožni raci (Isopoda terrestria) i pauci (Araneae). Na ovom staništu se mogu učestalo pojaviti i svi predstavnici koji dolaze u polušpiljama i ulaznim dijelovima velikih špilja, no povremeno i endemični i reliktni predstavnici duboke podzemne faune.

**Pojavljivanje u RH:** Taj tip staništa prisutan je na cijelom području krša Dinari da Hrvatske.

**Uzroci ugroženosti:** Zbog dostupnosti i lakoga pristupa posjetilaca ta su staništa vrlo često ugrožena različitim oblicima vandalizma koji se očituju kao mehanička oštećenja (lomljenje špiljskih ukrasa, turističko i komercijalno prikupljanje ukrasa) i estetsko narušavanje (pisanje grafita, odlaganje različitih vrsta glomaznog otpada). Vrlo visok rizik ugrožavanja potječe od nepropisnih rekreativnih aktivnosti koje degradiraju ili uništavaju staništa. Visok rizik oštećenja staništa potječe i od tekućeg i krutog otpada.

## Mjere zaštite:

- očuvati biološke vrste važne za stanišni tip; ne unositi strane (alohtone) vrste i genetski modificirane organizme;
- ne mijenjati stanišne uvjete u speleološkim objektima, u njihovu nadzemlju i njihovoј neposrednoј blizini ili ih poboljšati ako su nepovoljni;
- sanirati izvore onečišćenja koji ugrožavaju nadzemne i podzemne krške vode;
- sanirati odlagališta otpada na slijevnim područjima speleoloških objekata;

**H.1.1.6.1.** Atroglozoocenotičke špilje – Špilje, često male i suhe, bez značajnih troglobiontskih ili troglofilnih zoocenoza i ne nastanjuju ih značajni subtroglofili.

# Amfibijska krška špiljska staništa

Pal. Class.: nema

NKS: H.1.2.1.

**Opis staništa:** To su podzemna staništa prijelaznih obilježja sa stalnim ili povremenim tankim slojem vode koji se preljeva preko matične stijene, tj. po zidovima špilja i sigovini, tzv. higropetrik, koji je specifično prijelazno stanište (vodeno / kopneno) sa specifičnom zajednicom organizama. To je prijeko potrebno stanište za vrste koje filtriraju vrlo sitne organske čestice koje voda ispire u podzemna staništa iz gornjih slojeva tla ili geološke podloge (slika 29.). Obuhvaća i vrlo važno stanište, tzv. marifugijske naslage, odnosno periodično plavljenje i suhe nakupine živućih i odumrlih špiljskih cjevaša, tj. stare i recentne naslage vapnenih cjevcica vrste *Marifugia cavatica* sa zajednicom koja živi između prostora vapnenačkih cjevcica mnogočetinaša, periodički na suhom ili u vodi (slika 30.).

**Karakteristične svojstva:** Higropetrik je tipično stanište podzemnih kornjaša iz rodova *Croatodirus*, *Hadesia*, *Radziella* i *Velebitodromus*, podzemne pijavice *Croatobranchus mestrovi* te podzemnog rakušca *Typhlogammarus mrazeki* (slike 31.-34.).

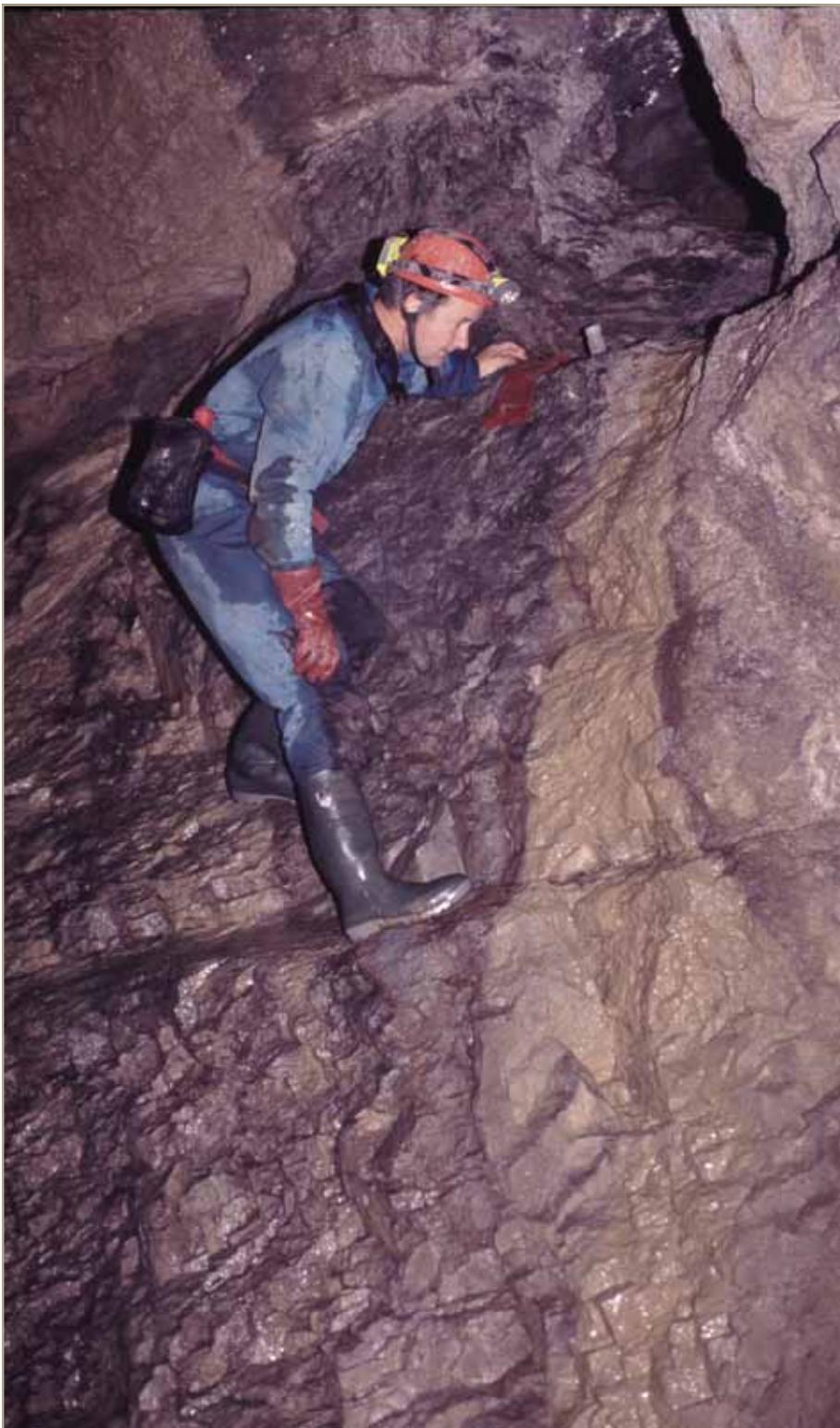
Marifugijske naslage obuhvaćaju dinarskoga špiljskoga cjevaša kao ključnu vrstu, a njegove cjevcice ujedno čine i supstrat staništa. Česti stanovnici te zajednice jesu kopneni puževi iz roda *Vitrea*.

**Pojavljivanje u RH:** U područjima krša Dinarida Hrvatske s povećanom količinom oborina, kao što su visokoplaninska područja Sjevernog Velebita (špiljski sustav Lukina jama – Slovačka), vršno područje Biokova i krajnji jug Dalmacije (Špilja za Gromačkom vlakom). Općenito gledano obuhvaća cijelo područje krša Dinarida Hrvatske gdje je zbog rasporeda oborina i procjeđivanja vode iz gornjih slojeva prisutno prijelazno, amfibijsko stanište higropetrik tijekom većega dijela godine.

**Marifugijske naslage** prisutne su u objektima koji su povezani uz ponorne zone i estavele u nizinskim područjima krša Dinarida, najčešće uz rubove krških polja (Tvrtković, 2006).

**Uzroci ugroženosti:** Higropetrik je pod izravnim utjecajem globalnih klimatskih promjena zbog kojih se posljedično mijenja raspored oborina, ali to se događa i zbog sječe šuma i promjene sastava šumskih sastojina. Zračno onečišćenje te divlja odlagališta otpada mogu utjecati na onečišćenje procjednih voda.

Marifugijske naslage ugrožavaju hidrotehnički zahvati koji uzrokuju inaktivaciju ponornih zona i estavela te općenito preusmjeravaju nadzemne i podzemne vode, sprečavajući periodična plavljenja krških polja koja su ključna za preživljavanje podzemnoga cjevaša i pripadajuće zajednice organizama. Ugroženost se očituje i u anorganskom onečišćenju voda na kršu, osobito od intenzivne poljoprivredne proizvodnje te uporabe umjetnih gnojiva i pesticida.



Slika 29. Higropetrik u Zagorskoj peći kod Ogušina  
(foto S. Gottstein)



Slika 30. Marifugjske naslage u špilji Crni vir, Vrgorac  
(foto D. Pelić)



Slika 31. Podzemni kornjaš *Hadesia vasiceki*  
(foto R. Ozimec)



Slika 32. Podzemni kornjaš *Radziella styx*, špilja Stara škola, Biokovo  
(foto B. Jalžić)



Slika 33. Podzemna pijavica *Croatobranchus mestrovi*, Jama Olimp, Sjeverni Velebit  
(foto B. Jalžić)



Slika 34. Podzemni rakušac *Typhlogammarus mrazeki*, Špilja pod Gromičkom vlakom  
(foto S. Gottstein)

### Mjere zaštite:

- očuvati biološke vrste važne za amfibijska staništa i stanišne uvjete u speleološkim objektima, u njihovu nadzemlju i njihovoj neposrednoj blizini ili ih poboljšati ako su nepovoljni
- sprječavati masovne sječe šuma na krškom području i promjene strukture šumskih sastojina;
- sanirati izvore onečišćenja koji ugrožavaju nadzemne i podzemne krške vode;
- sanirati odlagališta otpada na slijevnim područjima speleoloških objekata;
- održavati prirodni režim plavljenja krških polja, a tamo gdje su hidrotehnički zahvati znatno izmijenili režim protoka podzemnih voda, aktivirati minimalne protoke kroz ponorne zone;

**H.1.2.1.1.** Higropetrik – Specifično prijelazno stanište (vodeno / kopneno) sa zajednicom organizama koji žive u tankom sloju vode koji se preljeva po zidovima špilja i sigama. Tipično stanište podzemnih kornjaša iz rodova *Croatodirus*, *Hadesia*, *Radziella* i *Velebitodromus*, podzemne pijavice *Croatobranchus mestrovi* te podzemnog rakušca *Typhlogammarus mrazeki*. Nužno stanište za vrste koje filtriraju vrlo sitne organske čestice koje voda ispira u podzemna staništa iz gornjih slojeva tla ili geološke podloge.

**H.1.2.1.2.** Marifugidske naslage – Stare i recentne naslage vapnenih cjevčica vrste dinarski špiljski cjevaš *Marifugia cavatica* sa zajednicom koja živi između prostora vapnenackih cjevčica mnogočetinaša, periodički na suhom ili u vodi. Česti stanovnici ove zajednice su kopneni puževi iz roda *Vitrea*.

# Podzemne tekućice

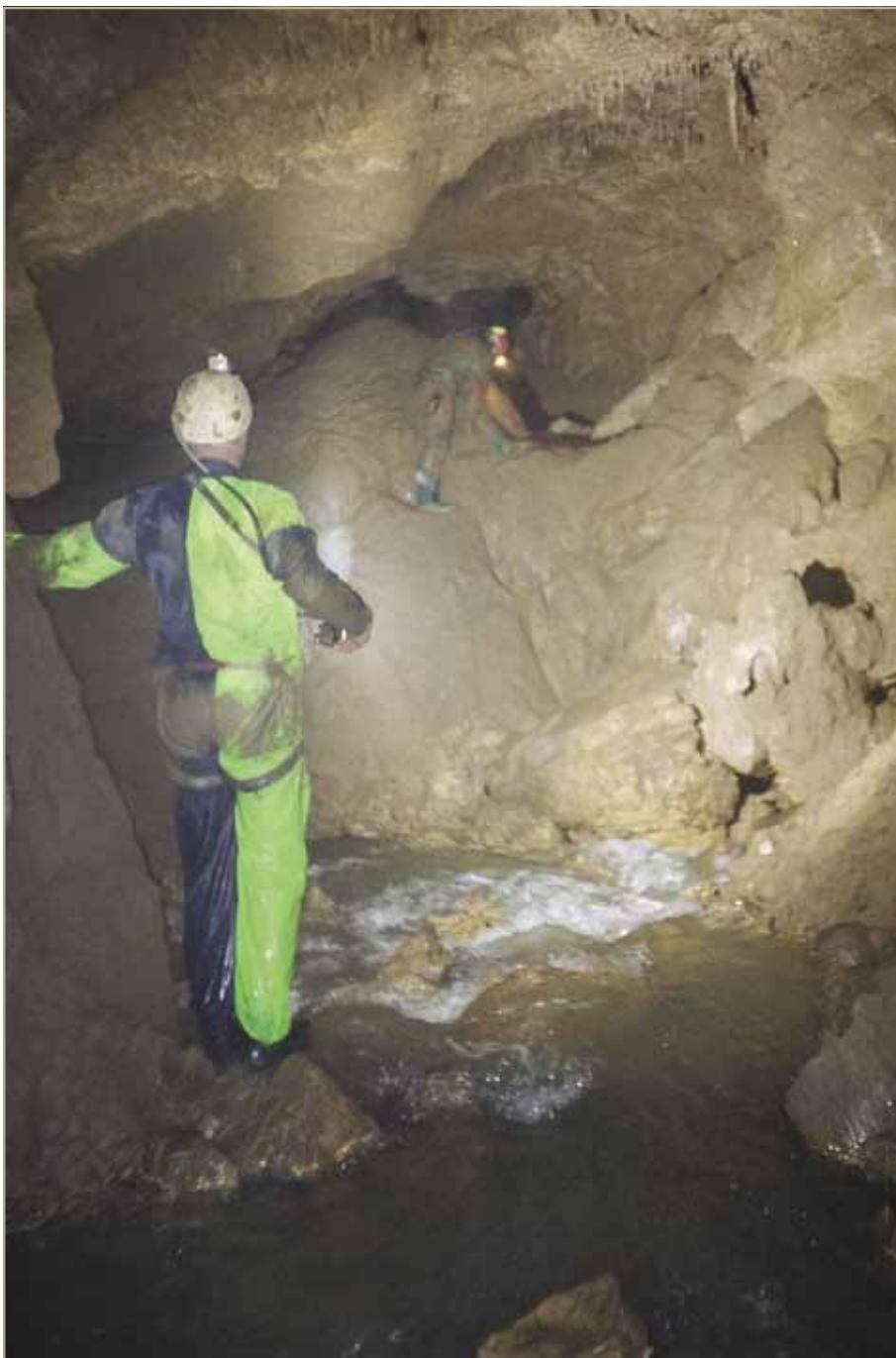
Pal. Class.: 65.11; 65.8

NKS: H.1.3.1.

**Opis staništa:** Ta staništa obilježava subhorizontalno strujanje i periodično plavljenje koje može potpuno ili djelomično preplaviti podzemne hodnike i dvorane. **Podzemni brzaci** staništa su s vodom velike brzine protoka između gromada kršja i kroz podzemne kanjone. Njihovo korito čine valutice, kamene gromade i sl. Sitni se talog u njima ne može održati zbog prevelike brzine strujanja vode. Vrlo se malo životinja može prilagoditi takvim uvjetima te su zajednice brzih tekućica u podzemlju rjeđe od zajednica u stajaćim vodama. Vode sezonski imaju snažnu promjenu protoka pa neki dijelovi imaju stalno vodu, a neki periodično presuše (slika 35. i 36.). **Podzemne rijeke** mogu biti endogenog i egzogenog podrijetla. Endogene podzemne rijeke sezonski plave podzemne prostore, donoseći sa sobom organsku tvar prijeko potrebnu za opstanak podzemnih organizama – plivajućih i sjedilačkih oblika. Endogene podzemne rijeke potječu od skupljene vode iz zone infiltracije, a mogu izlaziti na površinu u vidu različitih tipova izvora (slika 37. i 38.). Egzogene podzemne rijeke podzemne su tekućice koje sezonski plave podzemne prostore, donoseći sa sobom organsku tvar prijeko potrebnu za opstanak podzemnih organizama - plivajućih i sjedilačkih oblika, a potječu od površinskih rijeka koje ulaze u podzemlje putem ponora (slika 39.) i u kišnom razdoblju sa sobom donose veliku količinu hranjivih tvari s površine u podzemne objekte te osiguravaju hranjive tvari za mnoge podzemne vodene organizme. Takve egzogene podzemne rijeke u Hrvatskoj zbog onečišćenja znatno ugrožavaju mnoge podzemne zajednice organizama. Endogene i egzogene podzemne rijeke ne mogu se uvijek jasno razlučiti zbog stalne izmjene vode u njima. Stoga neke šipile povremeno funkcioniraju kao ponor, a povremeno kao izvor, pa neke od njih prema njihovoj hidrološkoj funkciji svrstavamo u estavele.

**Karakteristične svoje:** Površine kamenja i stijena podzemnih brzaca nastajuju puževi hidrodinamičnog oblika kućice, kao što je to kod roda *Acroloxus*, koji se mogu oduprijeti snažnoj struji vode. Neki drugi organizmi zadržavaju se ispod kamenja ili uz rub obale, gdje je brzina strujanja vode manja (*Protozoa*, *Porifera*, *Hirudinea*, *Crustacea*). Podzemne brzace u sporijoj struji vode nastanjuje podzemni jednakonožni rak *Proasellus anophthalmus rhausinus*. Među važnim predstavnicima podzemnih tekućica jest i žarnjak zagonetna velkovrhia (*Velkovrhia enigmatica*). Endogene podzemne rijeke nastanjuje jedini podzemni stigobiontski kralješnjak krša Dinarida – čovječja ribica (*Proteus anguinus*) (slika 40.). Tipični predstavnici podzemlja kroz koje protječu egzogene rijeke, tj. područja ponornih zona i estavela, jesu živuće jedinke dinarskoga šipiljskoga cjevaša *Mari-fugia cavatica* i dinarski šipiljski školjkaš *Congeria kusceri* (slika 41.). Tipični su predstavnici i podzemne spužve iz roda *Eunapius* (slika 42.), od rakova su to šipiljske kuglašice roda *Monolistra* (slika 43.) i orijaške vodenbabure roda *Sphaeromides* (slika 44.).

**Pojavljivanje u RH:** Nizinska i podgorska područja krša Dinarida. Podzemne tekućice su naročito prisutne u području plitkog krša Dinarida. Pojavnost egzogenih rijeka je povezana s pojmom ponora i estavela koje se pojavljuju u nizinskim područjima krša Dinarida, često na rubovima krških polja.



Slika 35. Podzemni brzac u Špilji Tamnica na Kordunu  
(foto H. Cvitanović)



Slika 36. Detalj podzemnog brzaca u špilji Tounjčici  
(foto N. Matočec)



Slika 37. Podzemna endogena rijeka unutar špilje Tounjčice  
(foto H. Cvitanović)



Slika 38. Izvorišno područje špilje  
Tounjčice reokrenog tipa  
(foto H. Cvitanović)



Slika 39. Markov ponor – ponor rijeke  
Like u Lipovu polju  
(foto D. Bakšić)



Slika 40. Čovječja ribica *Proteus anguinus* u podzemnom sustavu NP Krka  
(foto B. Jalžić)



Slika 41. Dinarski šipljiski školjkaš *Congeria kusceri*, Jama u Predolcu, Metković  
(foto D. Pelić)



Slika 42. Podzemna spužva iz roda *Eunapius*  
(foto B. Jalžić)



Slika 43. Špiljska kuglašica *Monolistra caeca*  
(foto S. Gottstein)



Slika 44. Orijaška vodenbabura *Sphaeromides virei virei*  
(foto S. Gottstein)

**Uzroci ugroženosti:** Fizička devastacija staništa zbog gradnje cesta, intenzivna urbanizacija u neposrednoj blizini staništa te onečišćenje podzemne vode krutim otpadom i otpadnim vodama iz industrije i domaćinstava; intenzivna poljoprivredna proizvodnja uz uporabu umjetnih gnojiva i pesticida te melioriranje krških polja za potrebe poljoprivrede; promjene režima podzemnih voda (skretanjem podzemnih tokova i promjenom razina podzemnih voda) ili njihove kvalitete (onečišćenjem komunalnim vodama, uporabom pesticida i umjetnih gnojiva) mogle bi nepovratno ošteti populacije podzemnih krških rijeka. Veliki hidrotehnički zahvati na području polja Like uzrokovali su znatne hidrološke promjene. Populacija vrste *Congeria kusceri* u Markovu ponoru u Lici pretrpjela je znatne promjene pri gradnji HE Senj i pri njenom radu. Bilo kakvi budući hidrotehnički zahvati, npr. izgradnja HE Kosinj, mogli bi uzrokovati redukciju ili čak potpuno uništenje ove izolirane populacije (Ozimec i sur., 2009).

### Mjere zaštite:

- potrebno je sustavnije provoditi i nadzirati mjere i uvjete zaštite prirode uvrštenih u prostorne planove županija, gradova i općina u kojima su evidentirana nalazišta dinarskoga špiljskoga školjkaša, u protivnom može doći doći do problematičnih situacija, primjerice do ugrožavanja zaštićene špilje Jama kod Predolca radi izgradnje obilaznice Metkovića ili ugrožavanja Markovog ponora u Lici radi planiranih hidrotehničkih zahvata;
- valja poticati i subvencionirati ekološku poljoprivrodu u slijevnim područjima lokaliteta, posebice u poljima Rastoke i Jezero;
- provesti detaljna istraživanja areala, biologije i ekologije karakterističnih vrsta, uz trajni monitoring koji bi uključivao stalno praćenje kvalitete i razine podzemnih voda te stanje populacija;
- cijelokupni vodotok Gacke potrebno je zaštititi sprečavanjem daljnjega kanaliziranja vodotoka, aktiviranjem ponorne zone i smanjenjem količine vode usmjerene u kanal prema Gusičkom jezeru;
- treba spriječiti prekomjerno korištenje vode za potrebe punionice pitke vode Gacke;
- valja provoditi zakonsku regulativu o divljem odlaganju otpada te izricati višoke kazne za počinitelje (Ozimec i sur., 2009).

**H.1.3.1.1.** Podzemni brzaci – Voda velikom brzinom teče između gromada krša i kroz podzemne kanjone. Njihovo korito čine valutice, kamene gromade i sl. Sitni talog se ovdje ne može održati zbog prevelike brzine strujanja vode. Vrlo malo životinja se može prilagoditi takvim uvjetima, te su zajednice brzih tekućica u podzemlju rjeđe od zajednica u stajaćim vodama. Površine kamenja i stijena nastanjuju puževi hidrodinamičnog oblika kućice kao što je to kod roda *Acroloxus*, koji se mogu oduprijeti snažnoj struci vode. Neki drugi organizmi zadržavaju se ispod kamenja ili uz rub obale, gdje je brzina strujanja vode manja (*Protozoa*, *Porifera*, *Hirudinea*, *Crustacea*).

**H.1.3.1.2.** Endogene podzemne rijeke – Podzemne tekućice koje sezonski plave podzemne prostore donoseći sa sobom organsku tvar nužnu za opstanak podzemnih organizama – plivajućih i sjedilačkih oblika. Nastaju ih jedini podzemni stigobiontski kralješnjak – čovječja ribica (*Proteus anguinus*). Endogene podzemne rijeke potječu od sakupljene vode iz zone infiltracije, a mogu izlaziti na površinu u vidu različitih tipova izvora.

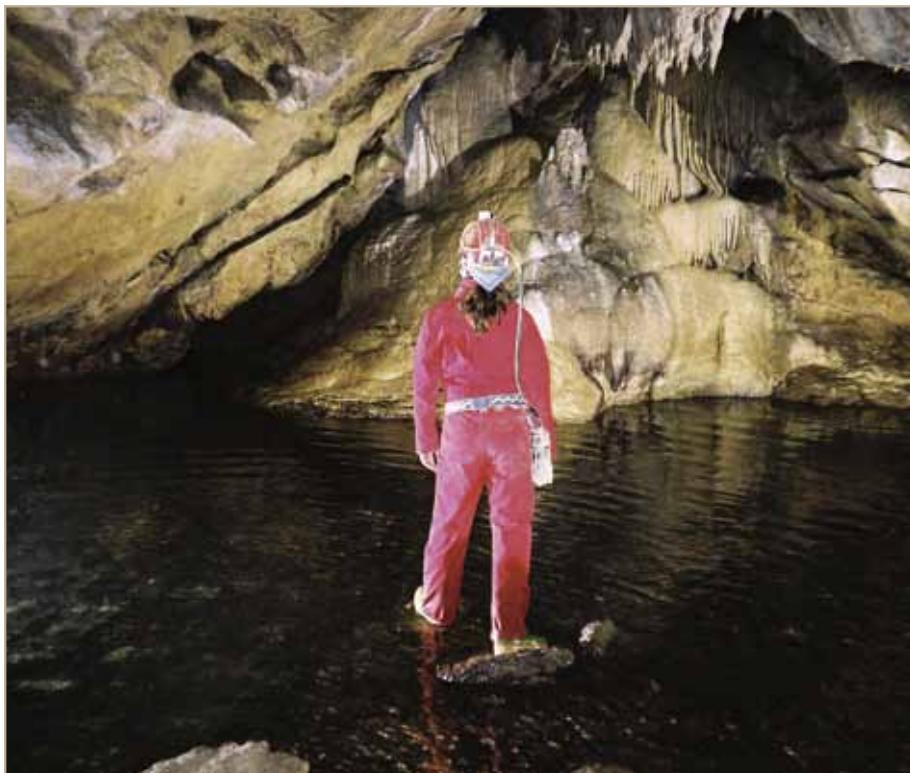
**H.1.3.1.3.** Egzogene podzemne rijeke – Podzemne tekućice koje sezonski plave podzemne prostore donoseći sa sobom organsku tvar nužnu za opstanak podzemnih organizama - plivačih i sjedilačkih oblika. Egzogene podzemne rijeke potječu od površinskih rijeka koje ulaze u podzemlje putem ponora i u kišnom razdoblju sa sobom donose veliku količinu hranjivih tvari s površine u podzemne objekte, te osiguravaju hranjive tvari za mnoge podzemne vodene organizme. Potonje u Hrvatskoj zbog onečišćenja znatno ugrožavaju mnoge podzemne zajednice organizama. Među karakterističnim vrstama ističu se dinarski špiljski cjevaš *Marifugia cavatica*, dinarski špiljski školjkaš *Congeria kusceri* te podzemne spužve iz roda *Eunapius*.

## Podzemne stajaćice

Pal. Class.: 65.11; 65.8.

NKS: H.1.3.2.

**Opis staništa:** Podzemna vodena staništa bez vidljivoga protoka vode, različite dubine i opsega. **Podzemna jezera** imaju vodu različitog volumena (površine, dubine i širine). Dno može biti izgrađeno od pjeska, kalcitnoga praha i glinaste ilovače. Na takvim mjestima razvile su se mnogo bogatije zajednice beskralješnjaka koje nastanjuju dno – bentoske zajednice, te vrlo sitne životinje koje lebde u slobodnoj vodi – planktonske zajednice. Između čestica sedimenta, u dubljim dijelovima, ispod sloja slobodne vode može biti razvijena zajednica intersticijskih životinja (slika 45.).



Slika 45. Podzemno jezero u špilji Zala (foto H. Cvitanović)

**Kamenice** jesu specifične tvorbe ispunjene vodom različitog volumena, a opasane su sigovinom s dnom od kalcita. Dno je često prekriveno glinastom ilovačom ili kalcitnim "brašnom". Voda obogaćena kalcij-karbonatom, koja tvori kamenice, puni ih vodom procjeđivanjem kroz gornje slojeve vapnenca. Kamenice stoga dobivaju vodu direktno od posebne hidrološke zone koja se naziva zonom perkolicije (infiltracije). Zbog toga njih mogu nastanjavati intersticijske životinje koje je voda donijela iz slojeva koji se nalaze iznad podzemne šupljine (slika 46.). **Lokve** jesu male vode stajaće na glini, koje su najčešće povremene. Često su ostatak visokih voda i nastaju za povremenih poplava u galerijama koje su obično suhe. Vrlo rijetko nastaju slabim indirektnim procjeđivanjem iz zone filtracije, tj. procjeđivanjem iz gornjih slojeva (slika 47.).

**Karakteristične svoje:** Dno podzemnih jezera nastanjuju čovječja ribica (*Proteus anguinus*), podzemne kozice (*Troglocaris anophthalmus*, *T. kapelana* i *T. neglecta*) (slika 48.), neke vrste podzemnih rakušaca (*Niphargus croaticus*) (slika 49.) i dr. Kamenice uglavnom nastanjuju neke vrste jednakonožnih rakova iz roda *Proasellus* (*P. anophthalmus*) (slika 50.) i neki rakušci iz roda *Niphargus* (*N. buturovici*, *N. echion*, *N. hvarensis*, *N. miljeticus*) (slika 51.), koji ondje dospiju procjenom vodom iz epikrške procjedne zone ili uzdizanjem razine podzemnih voda. Lokve nastanjuju vodene životinje koje su najčešće poplavom donesene iz drugih dijelova stalnoga vodotoka, procjeđivanjem iz zone infiltracije (epikrške zone) ili doplavljivanjem s površine (stigobiontski jednakonožni raci roda *Balanostenaseillus* i *Proasellus*, primjerice *B. skopljensis* i *P. coxalis lucifugus*; rakušci roda *Niphargus*, primjerice *N. tauri jurinaci* i *N. stygius licanus*) (slika 52.).



Slika 46. Kamenice u špilji Kukuruzovića  
(foto B. Jalžić)



Slika 47. Lokva ispunjena glinom u špilji Lokvarka kod Lokvi  
(foto S. Gottstein)



Slika 48. Špiljska kozica *Troglocaris anophthalmus intermedia* iz špilje Zala na Kordunu  
(foto M. Lukić)

**Pojavljivanje u RH:** Lokve i kamenice pojavljuju se u svim krškim područjima Hrvatske, a podzemna jezera (jezera krških vodonosnika) u nizinskim i podgoričkim područjima krša Dinarida Hrvatske.



Slika 49. Podzemni rakušac *Niphargus croaticus* iz Zagorske peći kod Ogulina  
(foto S. Gottstein)



Slika 50. Podzemni jednakonožni rak *Proasellus anophthalmus*  
(foto J. Bedek)



Slika 51. Podzemni rakušac *Niphargus miljeticus* iz špilje Ostaševice na otoku Mljetu, koji nastanjuje kamenice (R. Ozimec)



Slika 52. Podzemni rakušac *Niphargus tauri jurinaci* u lokvi ispunjenoj glinom u špilji Lokvarki (foto K. Žganec)

**Uzroci ugroženosti:** Uzroci ugroženosti jesu: uređivanje i korištenje špilja u turističke svrhe; učestalo posjećivanje špilja bez stručnog nadzora; onečišćenje podzemnih voda komunalnim otpadnim vodama, pesticidima, umjetnim gnojivima, uljima i drugim naftnim derivatima te krutim i tekućim komunalnim otpadom iz divljih odlagališta; hidrotehnički zahvati radi preusmjeravanja tokova krških voda, promjene prirodnoga vodnog režima poplavljivanjem procjedne zone ili spuštanjem razine vode u podzemnim jezerima zbog prekomjernog korištenja vode za potrebe punionica te zbog preusmjeravanja podzemnih voda kroz tunele za potrebe hidrocentrala i sl.

### Mjere zaštite:

- tamo gdje postoje iznimno rijetke populacije ili postoji opasnost od narušavanja staništa potrebno je zaštititi špilju postavljanjem sigurnosnih ulaznih vrata;
- valja održavati prirodni režim dotoka podzemnih voda i punjenje podzemnih jezera;
- potrebno je spriječiti prekomjerno korištenje vode za potrebe punionica;
- valja provoditi zakonsku regulativu o divljem odlaganju otpada s visokim kaznama za počinitelje;

**H.1.3.2.1.** Podzemna jezera – Jezera s vodom različitog volumena (površine, dubine i širine). Dno može biti izgrađeno od pjeska, kalcitnog praha i glinaste ilovače. Na takvim mjestima razvile su se mnogo bogatije zajednice beskralješnjaka koje nastanjuju dno - bentoske zajednice, te vrlo sitne životinje koje lebde u slobodnoj vodi – planktonske zajednice. Između čestica sedimenta, u dubljim dijelovima, ispod sloja slobodne vode može biti razvijena zajednica intersticijskih životinja. Dno podzemnih jezera nastanjuju čovječja ribica (*Proteus anguinus*), podzemne kozice (*Troglocaris* spp.), rakušci (*Niphargus* spp.) i dr.

**H.1.3.2.2.** Kamenice – Specifične tvorbe ispunjene stajaćom vodom različitog volumena, koje su opasane sigovinom s dnom od kalcita. Dno je često prekriveno glinastom ilovačom ili kalcitnim "brašnom". Voda obogaćena kalcij-karbonatom, koja tvori kamenice, puni ih vodom procjeđivanjem kroz gornje slojeve vapnenca. Kamenice stoga dobivaju vodu direktno od posebne hidrološke zone koja se naziva zonom perkolacije (infiltracije). Zbog toga njih mogu nastanjivati intersticijске životinje koje je voda donijela iz slojeva koji se nalaze iznad podzemne šupljine. To su uglavnom neke vrste jednakonožnih rakova iz roda *Proasellus* i neki rakušci iz roda *Niphargus*.

**H.1.3.2.3.** Lokve – Male vode stajaćice na glini, koje su najčešće povremene. Često su ostatak visokih voda i nastaju za povremenih poplava u galerijama koje su obično suhe. Vrlo rijetko nastaju slabim indirektnim procjeđivanjem iz zone infiltracije tj. procjeđivanjem iz gornjih slojeva krša. Mogu ih nastanjivati vodene životinje koje su najčešće poplavom donešene iz drugih dijelova stalnog vodotoka ili procjeđivanjem iz zone infiltracije (rakušci roda *Niphargus*, jednakonožni raci iz roda *Balcanosteasellus* i neke vrste roda *Proasellus*).

# Hidrotermalne zasumporene špilje

Pal. Class.: 65.44

NKS: H.1.5.1.

**Opis staništa:** To je špiljski ekosustav povezan sa zasumporenom geotermalnom vodom u relativno toploj atmosferi bez kisika, bogatoj metanom i vodikovim sulfidom.

**Karakteristične svojte:** Ovo stanište nastanjuju vodenji jednakonožni rakovi roda *Jaera*, među kojima ima endema priobalja Jadrana, te kopneni jednakonožni rakovi rodova *Buddelundiella* i *Chaetophiloscia*. Također, prisutni su i predstavnici podporodice *Haplophthalmina*ae, među kojima možemo očekivati endemske svojte. Od jednakonožnih kopnenih rakova ovo stanište nastanjuje i troglofilna vrsta *Trichoniscus matulici*, endem Dinarida (podaci preuzeti usmeno od Jane Bećek). Zabilježeni su i kopneni puževi, čija je determinacija u tijeku.

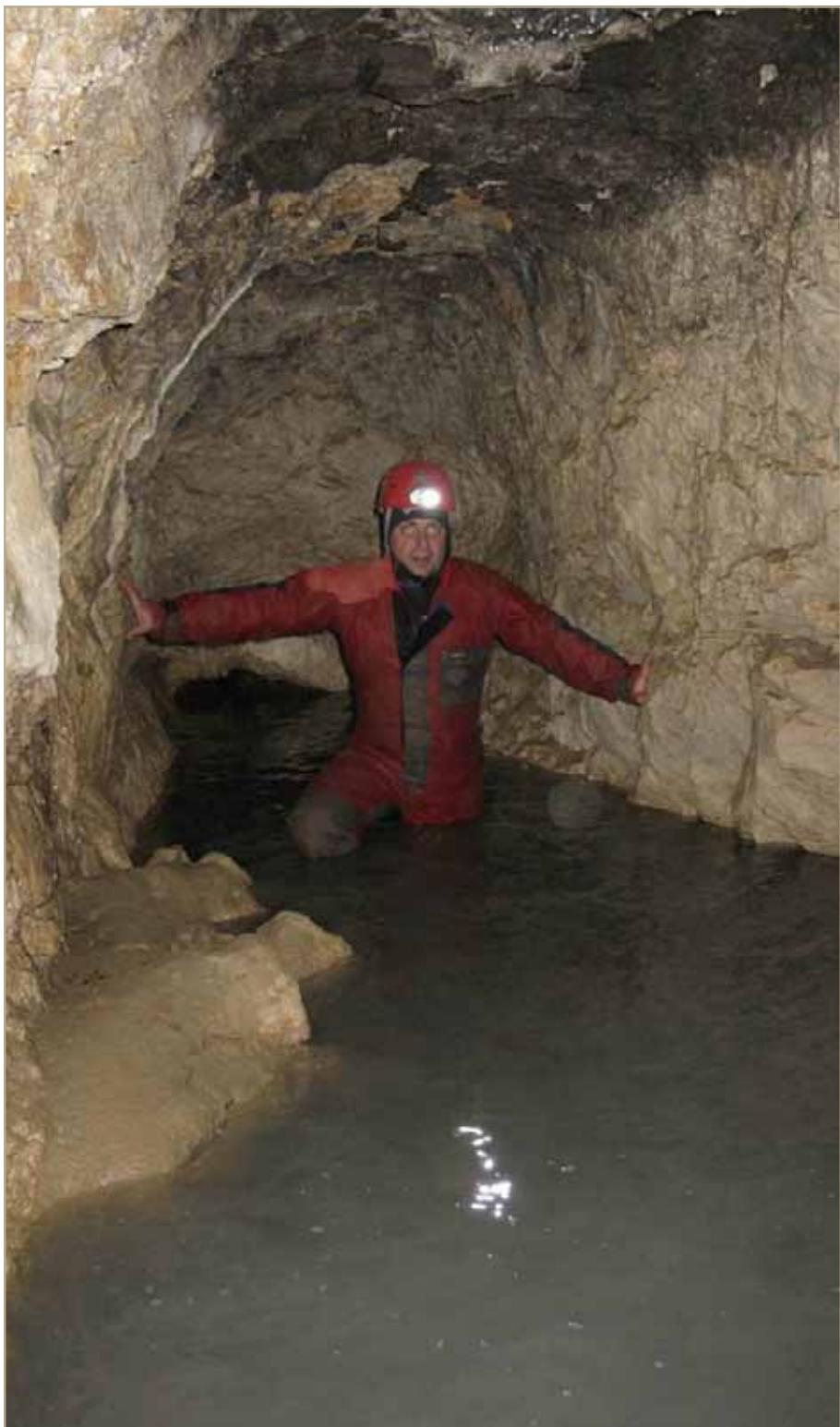
**Pojavljivanje u RH:** Pojavljuju se na području Gruža nedaleko Dubrovnika (sl. 53.).

**Uzroci ugroženosti:** Uzroci ugroženosti jesu: visok stupanj devastacije staništa izgradnjom prometnica, urbanizacijom; širenje i razvoj turističkih mjesta i građova, intenzivna gradnja uz obalu moru, betonizacija obala; negativni utjecaj industrializacije grada Dubrovnika izgradnjom Gruške luke, zatrپavanje špilje tijekom građevinskih radova; uništenje podzemnog ekosustava/staništa u cjelini zbog zatrپavanja građevinskim otpadom, komunalnim otpadom ili neposrednim betoniranjem.

## Mjere zaštite:

- proglašenje zasumporenih špilja posebno zaštićenim podzemnim sustavima/staništima (biospeleološki rezervati);
- interdisciplinarno institucionalno umrežavanje radi pronalaženja najboljeg rješenja za zaštitu i održavanje visoke kvalitete staništa i podzemnih ekoloških sustava;
- sustavno i detaljno utvrđivanje trenutnog stanja objekta na Gružu;
- dugoročno praćenje fizikalno-kemijskih obilježja i kvalitete vode;
- utvrđivanje strukture faune te prostorne i vremenske dinamike i gustoće populacija i istraživanje moguće šire rasprostranjenosti;
- sustavna provedba propisa vezanih uz gradnju i turizam

**H.1.5.1.1.** Hidrotermalne zasumporene špilje – Špiljski ekosustav povezan sa zasumporenom geotermalnom vodom u relativno toploj atmosferi bez kisika, bogatoj metanom i vodikovim sulfidom. Ova staništa nastanjuju neke vrste podzemnih rakova iz skupine Amphipoda i Isopoda te neke vrste podzemnih puževa.



Slika 53. Zasumporena špilja kod Gruža nedaleko Dubrovnika  
(foto J. Bedek)

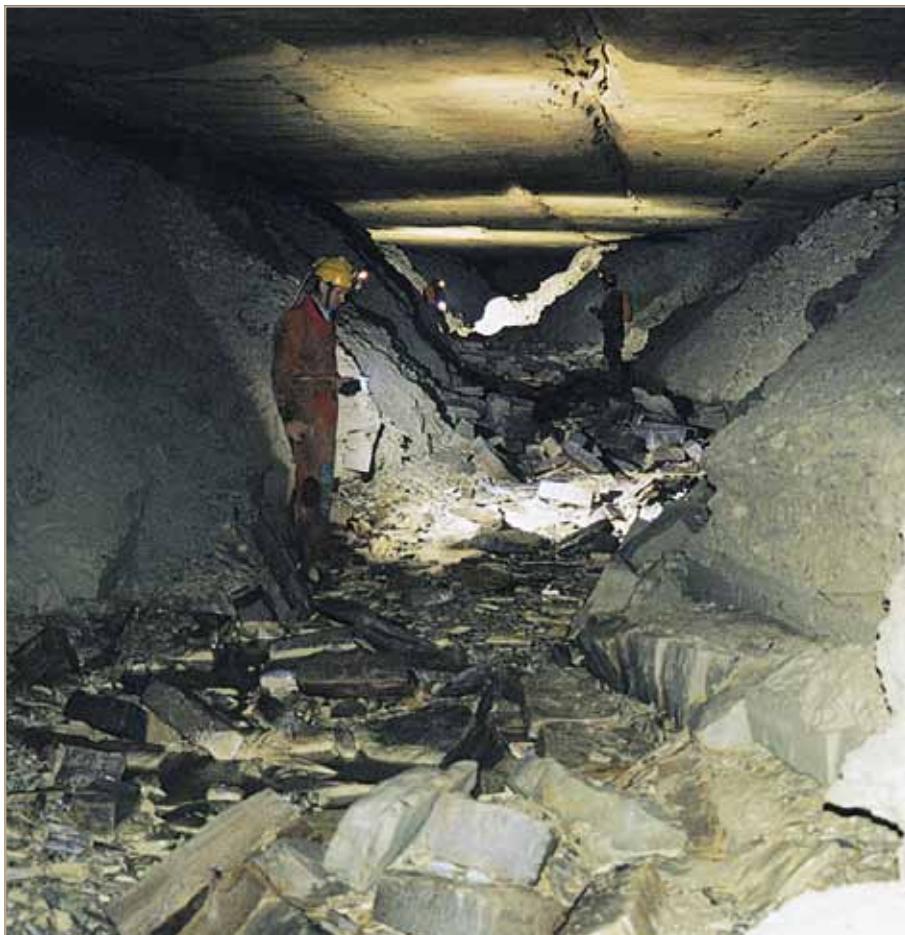
# Špilje i jame u flišu

Pal. Class.: 65 A7

NKS: H.2.1.1.

**Opis staništa:** Osim krških špilja i jama u Hrvatskoj su utvrđeni i nekrški speleološki objekti u flišu. Vrlo su rijetki i specifična su podzemna staništa kojima je potrebna posebna zaštita te znanstvena pozornost zbog neistraženosti.

**Karakteristične svojte:** Ove špilje nastanjuju karakteristične vrste troglobiotskih i troglofilnih beskralješnjaka, kao što su kornjaši (Coleoptera) iz roda *Bathyphscotes* te predstavnici lažištipavaca (Pseudoscorpiones), striga (Chilopoda), dvojenoga (Diplopoda), stonoga (Myriapoda), ali i predstavnici pravih podzemnih vodenih organizama, kao što su jednakonožni raci iz roda *Monolistra* (*M. bericum*) i rakušci iz roda *Niphargus* (*N. krameri*) (usmeno R. Ozimec i osobni podatci autora).



Slika 54. Špilja Piskovica kod Cerovlja u Istri – špilja na kontaktu fliša i krša  
(foto G. Polić)

**Pojavljivanje u RH:** Pojavljuju se na području Istre (npr. Špilja Piskovica kod Cerovlja)

**Uzroci ugroženosti:** Uzroci ugroženosti jesu: fizička devastacija staništa zbog gradnje cesta, intenzivna urbanizacija u neposrednoj blizini staništa te onečišćenje podzemne vode krutim otpadom i otpadnim vodama iz industrije i domaćinstava; intenzivna poljoprivredna proizvodnja uz uporabu umjetnih gnojiva i pesticida te melioriranje krških polja za potrebe poljoprivrede; promjene režima podzemnih voda (skretanjem podzemnih tokova i promjenom razina podzemnih voda) ili njihove kvalitete (onečišćenjem komunalnim vodama, uporabom pesticida i umjetnih gnojiva) moglo bi nepovratno oštetiti populacije toga rijetkoga podzemnog staništa u Hrvatskoj.

### **Mjere zaštite:**

- potrebno je sustavnije provoditi i nadzirati mjere i uvjete zaštite prirode uvrštene u prostorne planove županija, gradova i općina u kojima su evidentirana ova staništa;
- valja poticati i subvencionirati ekološku poljoprivrodu u slijevnim područjima oko lokaliteta, posebice u poljima oko Cerovlja;
- valja provesti detaljna istraživanja areala, biologije i ekologije karakterističnih vrsta i stalno pratiti kvalitetu i razinu podzemnih voda te stanje populacija;
- potrebno je striktno provoditi zakonsku regulativu o divljem odlaganju otpada i izricati visoke kazne počiniteljima.

**H.2.1.1.1.** Špilje i jame u flišu – Osim krških špilja i jama u Hrvatskoj su utvrđeni i nekrški speleološki objekti u flišu koji su vrlo rijetki i predstavljaju specifična podzemna staništa koja iziskuju posebnu zaštitu te znanstvenu pozornost zbog neistraženosti.

# Špilje i jame u laporu

Pal. Class.: nema

NKS: H.2.1.2.; H.2.1.2.1;

**Opis staništa:** Osim krških špilja i jama u Hrvatskoj su utvrđeni i nekrški speleološki objekti u laporu. Vrlo su rijetki i specifična su podzemna staništa kojima je potrebna posebna zaštita te znanstvena pozornost zbog neistraženosti.

**Karakteristične svoje:** Potrebno je istražiti koje su karakteristične svoje. Špilju u laporu na području Banovine nastanjuju predstavnici iz skupina Coleoptera, Myriapoda, Diplopoda i Pseudoscorpiones, među kojima se mogu očekivati endemične svoje.

**Pojavljivanje u RH:** Pojavljuju se na području Ravnih kotara i Banovine.

**Uzroci ugroženosti:** Fizička devastacija staništa zbog gradnje cesta, intenzivna urbanizacija u neposrednoj blizini staništa te onečišćenje podzemne vode kruštim otpadom i otpadnim vodama iz industrije i domaćinstava; intenzivna poljoprivredna proizvodnja uz uporabu umjetnih gnojiva i pesticida te melioriranje krških polja za potrebe poljoprivrede; promjene režima podzemnih voda (skretanjem podzemnih tokova i promjenom razina podzemnih voda) ili njihove kvalitete (onečišćenjem komunalnim vodama, uporabom pesticida i umjetnih gnojiva) mogle bi nepovratno oštetiti populacije toga rijetkoga podzemnog staništa u Hrvatskoj.

## Mjere zaštite:

- potrebno je sustavnije provoditi i nadzirati mjere i uvjete zaštite prirode uvrštene u prostorne planove županija, gradova i općina u kojima su evidentirana ova staništa;
- valja poticati i subvencionirati ekološku poljoprivrodu u slijevnim područjima oko lokaliteta na području Ravnih kotara;
- valja provesti detaljna istraživanja areala, biologije i ekologije karakterističnih vrsta i stalno pratiti kvalitetu i razinu podzemnih voda te stanje populacija;
- potrebno je striktno provoditi zakonsku regulativu o divljem odlaganju otpada i izricati visoke kazne počiniteljima.

**H.2.1.2.1.** Špilje i jame u laporu – Osim krških špilja i jama u Hrvatskoj su utvrđeni i nekrški speleološki objekti u laporu koji su vrlo rijetki i predstavljaju specifična podzemna staništa koja iziskuju posebnu zaštitu te znanstvenu pozornost zbog neistraženosti.



# NATURA 2000 – 8330 Preplavljenе ili dijelom preplavljenе morske špilje

## Anhialine krške špilje

Pal. Class.: 65.815

NKS: H.1.4.1.

**Opis staništa:** Anhialine špilje i jame smještene su unutar krške podloge uz obalu mora do 1 km udaljenosti (slika 55.). To su špilje i jame s podzemnim jezerima (slika 56.) ili manjim vodenim staništima (slika 57.), u kojima salinitet oscilira od gotovo slatke vode na površini do potpuno morske vode na dnu, obično s ograničenom izloženošću vanjskim klimatskim utjecajima, uvek s većom ili manjom podzemnom vezom s morem. Razina vode u podzemnim jezerima anhialinih špilja oscilira s promjenom plime i oseke, što potvrđuje njihovu povezanost s okolnim morem. Prisutan je i znatan utjecaj kopnenih staništa, zbog čega može biti prisutna povećana količina organske tvari, koja onamo dospijeva ispiranjem oborinama s okolnoga krškog reljefa. Povećana količina organske tvari, primjerice listinca, drvenastih dijelova biljaka i sl., može uzrokovati pojavljivanje sumporovodika zbog znatno smanjene količine otopljenoga kisika u vodi zbog povišenoga saliniteta vode. Salinitet i stupanj povezanosti s morem kontroliraju prirodu živoga svijeta u njima. Anhialina jezera blizu mora mogu sadržavati tipične morske vrste



Slika 55. Položaj ulaza jame Gravrnjače, otok Kurba, Kornatski arhipelag  
(foto S. Gottstein)



Slika 56. Anhihalina špilja iznad sela Vruja, otok Kornat s podzemnim jezerom stratificiranoga saliniteta (foto S. Gottstein)



Slika 57. Anhihalina šipila Šipun kod Cavtata (foto R. Ozimec)

na dnu, a slatkovodne vrste u površinskom sloju vode, a jezera udaljenija od obale (do 1 km) imaju, zbog slabijeg utjecaja mora, općenito manji broj vrsta, ali veći broj specifičnih vrsta. Smještene su unutar krške podloge (Gottstein Matočec i sur., 2001, 2002; Gottstein i sur., 2007; Sket, 1996; Wilkens i sur., 2000).

**Karakteristične svojte:** Karakteristične svojte čini specifična zajednica anhihalinih stigobionata, većinom rakova iz skupina *Copepoda* (*Acanthocyclops gordani*, *Diacyclops antrincola*, *Badijella jalzici* i dr.), *Thermosbaenacea* (*Tethysbaena halophila*) (slika 58.) i *Amphipoda* (*Hadzia fragilis*, *Niphargus hebereri*, *Niphargus pecten-coronatae*, *Niphargus salonitanus*, *Pseudoniphargus adriaticus*, *Rhipidogammarus karamani*, *Salentinella angelieri* i dr.). Najkarakterističnija i najšire rasprostranjena vrsta jest podzemni rakušac *Niphargus hebereri* i *Hadzia fragilis* (slika 59. i 60.)

**Pojavljivanje u RH:** Pojavljuju se uz obalu mora od Istre do krajnjeg juga Dalmacije, na kontinentu oko 1 km od obale, na otocima, uz donje tokove i ušća velikih rijeka koje se ulijevaju u Jadran. Izrazito su brojne po otocima Kornatskog arhipelaga.



Slika 58. Račić *Tethysbaena halophila*, Šipila na Lopudu, Dubrovnik (foto S. Gottstein)



Slika 59. *Niphargus hebereri*, Jama na Punta Corente, Rovinj (foto S. Gottstein)



Slika 60. *Hadzia fragilis*, anhialina špilja na Velen Lošinju (foto S. Gottstein)

**Uzroci ugroženosti:** Širenje i razvoj turističkih mesta i gradova, intenzivna gradnja uz obalu moru, betonizacija obala; negativni utjecaj gospodarskog razvoja i industrijalizacije gradova srednje Dalmacije, zatrpanjanje špilja tijekom građevinskih radova; intenzivni, masovni razvoj turizma i rekreativnih sadržaja uz obalu mora, što najčešće uzrokuje potpuno uništenje špilja zbog odlaganja otpada u anhialine špilje; uporaba špilja kao dopunskih turističkih sadržaja bez kontrole i stručnog vodstva; negativni utjecaj miniranja tijekom izgradnje cesta, apartmanizacije obale, izgradnje marina, lukobrana i dr.; negativni utjecaj izgradnjom cesta; mogućnost uništenja špilja tijekom postavljanja električnih i telefonskih kablova, vodovodnih instalacija, plinovoda i sl. uz obalu mora; pojačani brodski promet, osobito tankera, može uzrokovati onečišćenje špilja, ako je otvor blizu morske obale; narušavanje stratifikacije saliniteta zbog rekreacijskog ronjenja u većim

objektima s vodom, prekomjerno i nestručno skupljanje životinja; ugrožavanje staništa nekontroliranim špiljarenjem (odlaganje karabita), zatrpanjanje špilja za rekreacijske puteve, osobito uz biciklističke staze; uništenje anhihalinih špilja vandalizmom; požari imaju znatan negativni utjecaj na prijenos hranjivih tvari oborinskom vodom u anhihaline špilje; korištenje površinske slatke vode iz anhihalinih špilja za navodnjavanje i za tehničku vodu; onečišćenje komunalnim otpadnim vodama, incidentnim događajima na moru; onečišćenje podzemnih voda krutim i tekućim komunalnim otpadom zbog divljih odlagališta; onečišćenje zraka zbog intenzivne urbanizacije turističkih mesta i gradova te pojačanog cestovnog i brodskoga prometa i sekundarno onečišćenje tla i podzemnih voda; promjene u količini i rasporedu oborina zbog klimatskih promjena mogu ugroziti prirodnu stratifikaciju saliniteta i time ugroziti strukturu zajednica u anhihalinim špiljama; uništenje podzemnog ekosustava/staništa u cijelini zbog zatrpananja građevinskim otpadom, komunalnim otpadom ili betoniranjem; kemijsko narušavanje sustava zbog onečišćenja iz različitih izvora; indirektni negativni učinci na podzemni ekološki sustav/staniše sprječavanjem dotoka slatke vode, što uzrokuje izolaciju staništa i njegovu funkcionalnu degradaciju; uznemiravanje vrste ronjenjem u speleološkim objektima sa stratifikacijom saliniteta; indirektni negativni učinci na populacije prijenosom srodnih vrsta iz susjednih lokaliteta, osobito za potrebe nestručno uređenih i vodenih turističkih objekata.

### Mjere zaštite:

- proglašenje anhihalinih špilja posebno zaštićenim podzemnim sustavima/staništima (biospeleološki rezervati);
- kontinuirano iznošenje vijesti o potrebi zaštite krških sustava, podzemnih objekata, nadzemnih i podzemnih voda i vrsta koje ih nastanjuju u lokalnim medijima (televizija, radio, novine, web stranice turističkih zajednica i udruga);
- dugoročno praćenje fizikalno-kemijskih obilježja i kvalitete vode u anhihalnim špiljama;
- organizirane akcije čišćenja anhihalinih špilja i jama od raznih vrsta komunalnog i građevinskog otpada; uklanjanje betonskih konstrukcija i sprječavanje betoniranja obala i okolnoga krškoga terena u turističke svrhe, a radi normalnog protoka oborinske vode; sprječavanje promjena konfiguracije terena oko anhihalinih špilja i jama radi nesmetanog slijevanja oborinske vode u anhihaline špilje i jame; sprječavanje kaptiranja ili bilo kakva druga korištenja vode s manjih izvora pitke vode koji su u blizini anhihalinih špilja i jama; sprječavanje uklanjanja okolne vegetacije oko anhihalinih špilja i jama;
- praćenje statusa populacija (prostorne i vremenske dinamike i gustoće populacija) i istraživanje moguće šire rasprostranjenosti;
- organiziranje tečajeva za lokalnu upravu za učinkovito upravljanje specifično zaštićenim podzemnim objektima; edukacija djelatnika turističkih organizacija radi svrhovite zaštite podzemnih krških sustava; organiziranje radionica za nevladine organizacije koje se bave problemima zaštite i za lokalno stanovništvo, osobito u edukaciji o odlaganju raznih vrsta otpada; postavljanje tabli s upozorenjima o zabrani odlaganja otpada;

- predložiti vrste koje naseljavaju anhialina staništa za europski crveni popis; definirati i predložiti zone zaštite anhialinih špilja i jama, gdje bi se jasno definirale dopuštene i nedopustive aktivnosti;
- sustavna provedba propisa vezanih uz gradnju i turizam;

**H.1.4.1.1.** Anhialine krške špilje – Anhialine špilje i jame s podzemnim jezerima u kojima salinitet oscilira od gotovo slatke vode na površini do potpuno morske na dnu, obično s ograničenom izloženosti vanjskim klimatskim utjecajima, uvijek s više manje prostranom podzemnom vezom s morem. Prisutan je znatan utjecaj mora kao i kopnenih staništa. Salinitet i stupanj povezanosti s morem kontroliraju prirodu živog svijeta u njima. Anhialina jezera blizu mora mogu sadržavati tipične morske vrste na dnu, a slatkovodne vrste u površinskom sloju vode, dok ona udaljenija od obale (do 1 km) imaju, zbog slabijeg utjecaja mora, općenito manji broj vrsta, ali veći broj specifičnih. Smještene su unutar kraške podloge. Čini je specifična zajednica anhialinih stigobionata, većinom rakova iz skupina *Copepoda* (*Acanthocyclops gordani*, *Diacyclops antrincola*, *Badijella jalzici* i dr.), *Thermosbaenacea* (*Monodella halophila*) i *Amphipoda* (*Hadzia fragilis*, *Niphargus hebereri*, *Niphargus pectencoronatae*, *Niphargus salonitanus*, *Pseudoniphargus adriaticus*, *Rhipidogammarus karamani*, *Salentinella angelieri* i dr.). Vrlo ugrožena i devastirana staništa u Hrvatskoj zbog masovnog turizma, urbanizacije, onečišćenja mora i dr.

# Ostala podzemna staništa koja prema Interpretacijskom priručniku za stanišne tipove EU ne pripadaju klasama 8310 i 8330 – Intersticijska podzemna staništa

## Intersticijska kopnena staništa

Pal. Class.: 65.A; 65.A1

NKS: H.3.1.1.

**Opis staništa:** To su zajednice koje zauzimaju dio podzemnog ekosustava koji je u izravnom dodiru s donjim horizontom tla, na nekoliko centimetara do nekoliko metara dubine, u međusobno povezanim mikroskopski sitnim ali i većim međuprostorima krša ili pukotinama gornjega sloja geološke podloge koji su slobodni od organskih čestica zbog povećanog ispiranja na velikom nagibu terena. Površinsko kopneno intersticijsko stanište (MSS – milieu souterrain superficiel) obuhvaća međuprostore kamenoga krša osobito visokih planina s dubokom krškom podlogom, kao što su Velebit, Biokovo, Risnjak, Dinara i druge, gdje su mnogobrojni međuprostori ključna poveznica gornjih horizonata tla s hranjivom podlogom i dubljih hranom siromašnih pukotina stijena, koji vode k podzemnim šupljinama (kavernama). To stanište obilježava nedostatak svjetla, bliski kontakt s površinskim krškim terenom i relativno visoki udio hranjivih tvari. Pukotine stijena većinom su suhe pukotine u površinskom dijelu geološke podloge s organizmima koji nastanjuju kanaliće (hodnike) u krškim stijenama. To su prijelazna staništa (ektoni) između površinskog i podzemnog ekosustava. Nastaju otapanjem stijena te su novi putevi za kretanje vode do dubljih podzemnih prostora. Raznolikost, gustoća i rasprostranjenost zajednica pukotina ovisi o veličini pukotina, mogućnosti transporta organskih tvari i pokretljivosti organizama (beskralješnjača) (slika 61.).

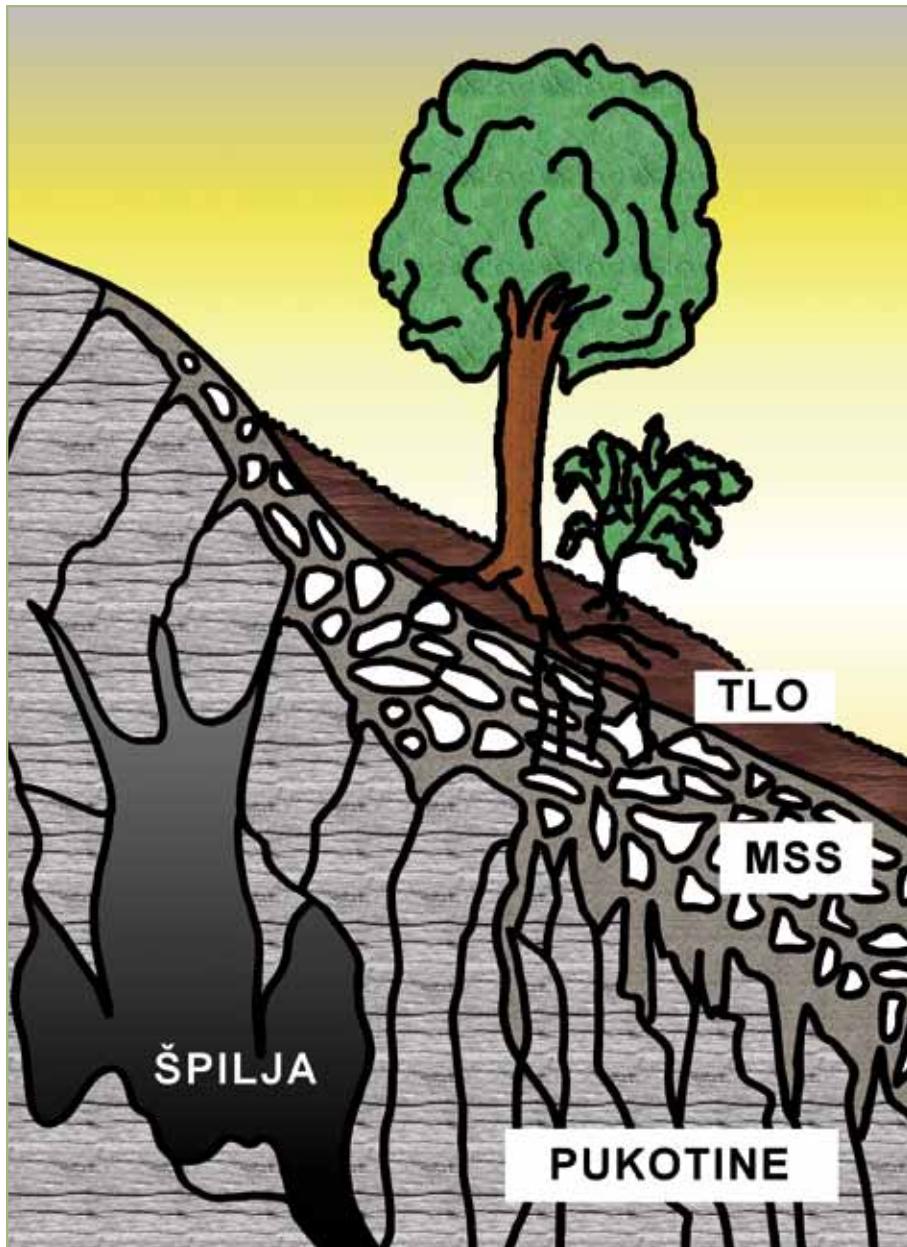
**Karakteristične svojste:** MSS nastanjuju specifični intersticijski, kopneni troglobiontski i troglofilni beskralješnjaci, koji obuhvaćaju skupine Coleoptera (Bathysciinae), Myriapoda, kopneni Isopoda, Aranea, Pseudoscorpiones, Collembola (rod Pseudosinella) (slika 62.), Diplura i dr.

**Pojavljivanje u RH:** Pojavljuje se u visokim planinama s dubokom kršom podlogom, kao što su Velebit, Biokovo, Risnjak, Dinara i druge.

**Uzroci ugroženosti:** Uzroci ugroženosti jesu sječa šuma, uklanjanje prirodne šumske vegetacije, erozija tla.

## Mjere zaštite:

- sprječavanje sječe šume na kršim terenima većeg nagiba;
- u prijebornoj sjeći testirati stupanj erozije na manjim površinama;
- u pošumljavanju ogoljelih visokoplaninskih područja ne saditi monokulture četinjača tamo gdje su očekivane prirodne sastojine listopadnoga drveća ili miješane sastojine.



Slika 61. Presjek kroz krški reljef s prikazom površinskog kopnenog intersticijskog staništa (MSS) i pukotina stijena (crtež S. Gottstein)



Slika 62. Skokun roda *Pseudosinella* tipičan predstavnik MSS-a  
(foto M. Lukić)

**H.3.1.1.1.** Površinsko kopneno intersticijsko stanište (MSS – milieu souterrain superficiel) – Međuprostori kamenog krša osobito visokih planina s dubokom krškom podlogom, kao što su Velebit, Biokovo, Risnjak, Dinara i druge. Nastanjuju ih specifični intersticijski, kopneni troglobiontski i troglofilni beskralješnjaci, koji obuhvaćaju skupine *Coleoptera*, *Myriapoda*, *Isopoda*, *Arena*, *Pseudoscorpiones*, *Collembola*, *Diplura* i dr.

**H.3.1.1.2.** Pukotine stijena – Većinom suhe pukotine u površinskom dijelu geološke podloge s organizmima koji nastanjuju kanaliće (hodnike) u krškim stijenama. To su prijelazna staništa (ekotonij) između površinskog i podzemnog ekosustava. Nastaju otapanjem stijena te tako predstavljaju nove puteve za kretanje vode do dubljih podzemnih prostora. Raznolikost, gustoća i rasprostranjenost zajednica pukotina ovisi o veličini pukotina, mogućnosti transporta organskih tvari i pokretljivosti organizama (beskralješnjaka).

# Intersticijska vodena staništa

Pal. Class.: 65.9; 65.91; 65.92; 65.93; 65.931; 65.932; 65.94

NKS: H.3.2.1.

**Opis staništa:** To su staništa u vrlo heterogenom supstratu – šljunku, pjesku, glini i šupljikavim stijenama, u koritu nekih podzemnih i nadzemnih tekućica, u obalama stajaćica te u dubljim aluvijalnim nanosima. Podzemna voda, ispunjujući međuprostore šupljikavih stijena, šljunka, pjeska i gline, čini uski labirint kanalića koji su međusobno povezani. Sitni sediment, većinom pjesak i mulj, nakuplja se između oblutica i šljunka, te se na njemu razvijaju mikroorganizmi. Životinje su općenito malih dimenzija i izduženog oblika tijela u usporedbi s nadzemnim srodnicima. Slijepe su i obezbojene, reduciranih usnih organa i/ili produženih osjetilnih struktura, koje nadoknađuju nedostatak vida.

**Karakteristične svoje:** Tipični predstavnici freatičkih voda jesu rakovi iz skupine Syncarida, *Bathynella* i *Parabathynella*, neke vrste raka iz skupine Amphipoda (*Bogidiella albertimagni* (slika 63.), *Niphargus brevirostris*, *Niphargus grandii*, *Niphargus longidactylus*, *Niphargus microcerberus*, *Niphargus minor*, *Niphargus multipennatus*, *Niphargus parapupetta*, *Niphargus serbicus*) te neke vrste Gastropoda (*Hauffenia* sp.). Duboke porozne vodonosnike u zoni utjecaja mora nastanjuje karakteristična vrsta rakušca *Salentinella angelieri* (Amphipoda) (slika 64.).

Sastav faune hiporeičke zone čini većina vrsta bentoske zajednice tekućica, kao što su različiti razvojni stadiji vodenih beskralješnjaka iz skupine Diptera, Ephemeroptera, Plecoptera i dr., vodengrinje (Acari, Hydrachnidia) te neke vrste maločetinaša (Oligochaeta, rodovi *Pristina* *Trichodrilus*). Rakovi iz skupine Copepoda (Cyclopoida – *Acanthocyclops petkovskii*, *Dyacyclops*), Ostracoda (*Fabaeformiscandona wegeli*) i Amphipoda (*Niphargus kochianus*, *Niphargus labacensis*, *Niphargus longidactylus*, *Niphargus microcerberus*, *Niphargus tauri jurinaci* (slika 65.)), su tipični za tu zajednicu. Hipotelminoreičku zonu dominantno nastanjuju rakovi iz skupina Copepoda i Amphipoda. Tipični predstavnici rakušaca (Amphipoda) su *Niphargus tauri medvednicae*, *N. zagrebensis* i *Synurella ambulans*.

Međuprostore između čestica pjeska (psamolitoral) nastanjuju specifične zajednice intersticijskih beskralješnjaka izrazito malih dimenzija (manje od 1 mm) i izduženog oblika tijela, većinom iz skupina Crustacea (Ostracoda, Copepoda, Isopoda, Amphipoda), Tardigrada, Rotatoria i Nematoda. Karakteristične svoje slatkovodnog i morskog psamolitorala su jednakonožni rak (Isopoda) iz roda *Microcharon* te rakovi veslonošci (Copepoda) iz skupine Harpacticoida.

**Pojavljivanje u RH:** Freatička i hiporeička zona pojavljuje se duž aluvijalnih nanosa rijeka kontinentalnog i djelomično priobalnoga područja Hrvatske; hipotelminoreička zona prisutna je na višim nadmorskim visinama većih planina, kao što je Risnjak i Medvednica, na padinama s nepropusnom podlogom od zelenoga škriljevca i sl.; psamolitoral se pojavljuje duž obale mora, rijeka i jezera s pjeskovitim sedimentom.



Slika 63. Rakušac *Bogidiella albertimagni* (Amphipoda), stanovnik poroznih vodonosnika freatičke zone u kontinentu (foto S. Gottstein)



Slika 64. Rakušac *Salentinella angelieri* (Amphipoda) stanovnik poroznih vodonosnika freatičke zone uz morskú obalu (foto S. Gottstein)



Slika 65. Rakušac *Niphargus tauri jurinaci* (Amphipoda) stanovnik hiporeičke zone (foto S. Gottstein)

**Uzroci ugroženosti:** Širenje i razvoj urbaniziranih područja, intenzivna gradnja uz obalu tekućica, jezera i mora, betonizacija obala, kanaliziranje vodotoka; negativni utjecaj gospodarskog razvoja i industrijalizacije velikih gradova unutrašnjosti i priobalja osobito uklanjanjem riparijske vegetacije uz vodotoke i precrpljivanjem poroznih vodonosnika za potrebe pitke vode; intenzivni, masovni razvoj turizma i rekreativnih sadržaja uz obalu mora; negativni utjecaj tijekom apartmanizacije obale, izgradnje marina, lukobrana i dr.; negativni utjecaj izgradnjom cesta; pojačani brodski promet, osobito tankera, može uzrokovati onečišćenje obalnoga pješkovitoga pojasa; onečišćenje komunalnim otpadnim vodama, incidentnim događajima na kopnu i moru; onečišćenje podzemnih voda krutim i tekućim komunalnim otpadom zbog divljih odlagališta; onečišćenje zraka zbog intenzivne urbanizacije turističkih mjesti i gradova te pojačanoga cestovnog i brodskoga prometa i sekundarno onečišćenje tla i podzemnih voda; promjene u količini i rasporedu oborina zbog klimatskih promjena mogu uzrokovati pad razine podzemnih voda u poroznim vodonosnicima; uništenje podzemnog ekosustava/staništa u cjelini zbog zatrpanjva građevinskim otpadom, komunalnim otpadom ili betoniranjem; degradacija podzemnog ekosustava/staništa zbog promjene režima podzemnih voda i oborina; kemijsko narušavanje sustava zbog onečišćenja iz različitih izvora; indirektni negativni učinci na podzemni ekosustav/stanište izgradnjom hidroakumulacija, što dovodi do funkcionalne degradacije staništa; izravno uništenje vrste promjenama uvjeta i onečišćenjem staništa.

#### **Mjere zaštite:**

- dugoročno praćenje fizikalno-kemijskih obilježja i kvalitete vode u različitim intersticijskim staništima;
- uklanjanje betonskih konstrukcija u vodotocima i sprječavanje betoniranja riječnih obala i kanaliziranja vodotoka; sprječavanje uklanjanja okolne riparijske vegetacije uz tekućice;
- praćenje statusa populacija (prostorne i vremenske dinamike i gustoće populacija) i istraživanje moguće šire rasprostranjenosti;
- organiziranje radionica za nevladine organizacije koje se bave problemima zaštite i za lokalno stanovništvo, osobito u edukaciji o odlaganju raznih vrsta otpada; postavljanje tabli s upozorenjima o zabrani odlaganja otpada;
- kontinuirano iznošenje vijesti o potrebi zaštite nadzemnih i podzemnih voda;
- predložiti vrste koje naseljavaju intersticijska staništa poroznih vodonosnika za europski crveni popis; definirati i predložiti zone zaštite, gdje bi se jasno definirale dopuštene i nedopustive aktivnosti;
- sustavna provedba propisa vezanih uz gradnju i turizam

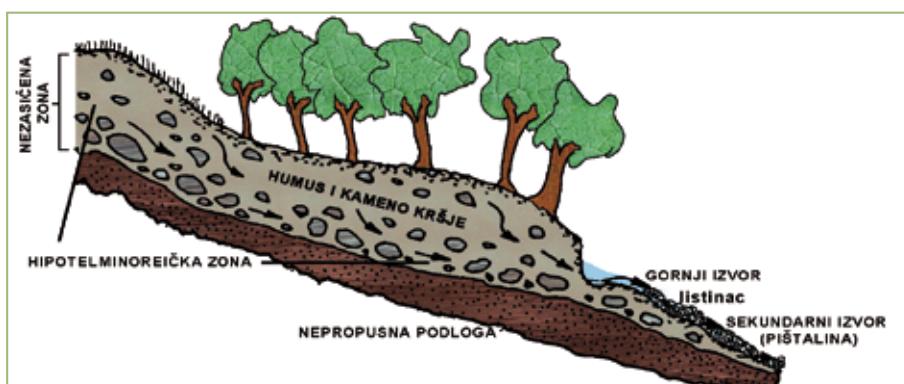
**H.3.2.1.1.** Freatička zona – To je podzemno stanište poroznih vodonosnika gdje intersticijska voda natapa porozni sediment ispod vodnog lica u svim tipovima sedimenata, a obuhvaća i podzemne šupljine u kršu ispunjene vodom u vodonosniku, ispod zone infiltracije. To stanište nastava zajednica vrlo specifičnih stigobiontskih beskralješnjaka i kralješnjaka. Freatobionti, tipični stanovnici freatičkih voda, ograničeni su na dublje podzemne vode (slika 66.).

**H.3.2.1.2.** Hiporeička zona – To je podzemno stanište gdje intersticijska voda natapa međuprostore pjeskovitog i šljunkovitoga sedimenta ispod i uz nadzemni tok tekućice. To je prijelazna zona između površinske i podzemne vode. Najbolje su razvijene u šljunkovitom koritu potoka i rijeka koje imaju sediment s velikim intersticijskim međuprostorima. Intersticijska voda može potjecati samo od površinske tekućice, samo od freatičke zone ili od miješane površinske i podzemne vode. Hiporeički intersticij može se protezati nekoliko metara vertikalno ispod korita toka i stotinu metara ili čak kilometre udaljeno u horizontalnom smjeru od nadzemnog toka tekućice. Fauna koja nastanjuje hiporeičku zonu rasprostranjena je ispod korita tekućice i bočno uz obale (slika 66.).



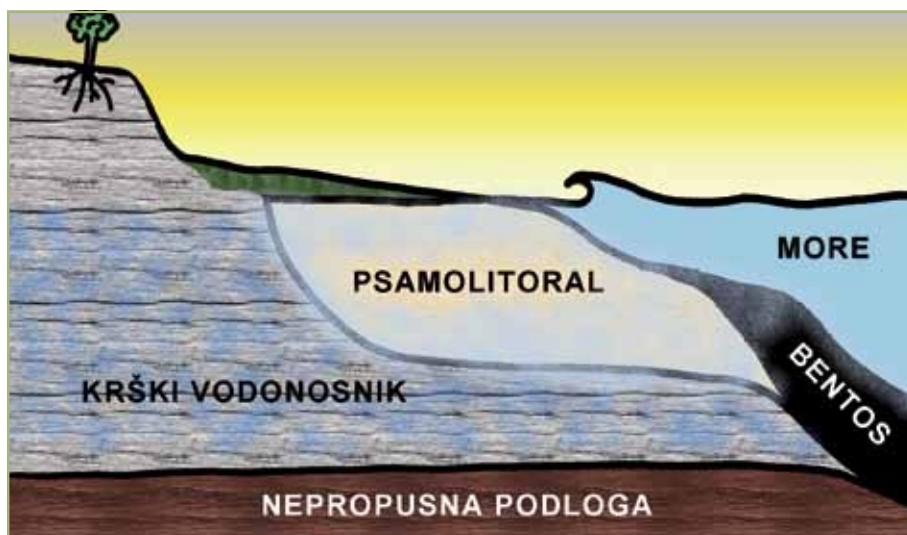
Slika 66. Presjek intersticijske freatičke i hiporeičke zone poroznih vodonosnika u odnosu na nadzemnu tekućicu i zajednicu bentosa (crtež S. Gottstein)

**H.3.2.1.3.** Hipotelminoreička zona – To je podzemno intersticijsko vodeno stanište koje se nalazi u brdima i planinama u sloju tla, blizu površine, gdje postoji mreža kanalića u kojima voda polako teče iznad nepropusne matične podloge. Pri tome se voda može cijediti kroz slojeve humusa do neke niže točke iznad nepropusne podloge (na dubini najčešće do 50 cm) na kojoj izbija kao sekundarni izvor, koji se procjeđuje u širokom luku, najčešće u obliku pištaline. Taj dio tla (glinasti, muljevit ili pjeskoviti) vrlo je bogat korijenjem i organskim česticama. U tom staništu ostvarena su ova obilježja podzemnog okoliša: potpuna tama, odsutnost bilo kakva svjetlosnog zračenja te slabe dnevne i sezonske promjene temperature. Razlikuje se od drugih podzemnih staništa (špilja), bogatstvom organskih tvari koje čine važan izvor hrane, a od drugih staništa tla razlikuje se postojanjem vode koja teče. Imo obilježja visećeg vodonosnika, premda prostor nije potpuno zasićen vodom već je vlažan (slika 67.).



Slika 67. Presjek kroz hipotelminoreičku zonu Medvednice (crtež S. Gottstein)

**H.3.2.1.4. Psamolitoral** – To je intersticijsko stanište pješčanih obala jezera, rijeka i mora čije čestice sedimenta ispunjava i kroz njih protiče intersticijska voda. **Slatkovodni psamolitoral** nastanjuje zajednica stigobiontskih i stigofilnih organizama među česticama sedimenta ispunjenog slatkom vodom koja protiče u pjeskovitim obalama jezera i rijeka. Razina vode može kapilarno porasti i više od 10 cm iznad vodonosnika. Intersticijska voda pješčanih plaža uz jezera može sadržavati veću količinu otopljenih organskih i anorganskih tvari nego okolne površinske vode. **Morski psamolitoral** nastanjuje zajednica stigobiontskih i stigofilnih organizama među česticama sedimenta ispunjenog morskom vodom koja protiče pjeskovitim obala mora. Obuhvaća i zonu pjeskovitih obala mora s brakičkom vodom, zone pjeskovitih obala koje nisu pod utjecajem plime i oseke te zonu koja je smještena u pjeskovitom sedimentu u području pod djelomičnim utjecajem plime i oseke, koja može presušiti tijekom izrazite oseke. Intersticijska zona, gdje su intersticijske populacije najbolje razvijene, je pod utjecajem valova, izrazitim prostorno-vremenskim oscilacijama temperature i saliniteta. Zbog djelovanja plime i oseke, cirkulacija vode i količina otopljenog kisika u intersticiju je veća nego u pjeskovitim obalama slatkih voda (slika 68.).



Slika 68. Poprečni presjek kroz psamolitoral obale mora ili jezera (crtež S. Gottstein)

# Zaključak

Podzemna staništa vrlo su važna u biološkoj raznolikosti Hrvatske i u tom smislu osobit su dar kao prirodno naslijeđe te zaslужuju posebnu pozornost i skrb. Upravo u tu svrhu izrađen je i ovaj priručnik.

Podzemni ekosustavi vrlo su specifično mjesto u pogledu konzervacijske biologije upravo zbog njihove iznimne krhkosti i specifičnih obilježja podzemnih zajednica organizama, uključivo visoki stupanj endemizma te morfoloških, ekoloških i etoloških razlika među obligatnim predstavnicima podzemnih staništa. Krhkost i ranjivost podzemlja posljedica je velike stabilnosti ekoloških uvjeta u podzemnim staništima te u većini slučajeva ovisnosti osjetljivih kavernikolnih predstavnika, osobito onih obligatnih (troglobionata i stigobionata), o unosu hranjivih tvari s površine. Upravo stoga na podzemne ekosustave snažno utječu okolišne promjene u nadzemnim staništima.

Mnogi troglobionti imaju usko područje rasprostranjenosti i nisku gustoću populacija pa su prisutne malobrojne populacije iznimno dobro prilagođene na specifične stabilne uvjete života. Kao posljedica toga, njihova sposobnost oporavka u odnosu na nadzemne populacije je većinom znatno manja.

Većina resursa slatke vode na zemlji nalazi se u najslabije poznatom okolišu, a to je upravo podzemlje. Više od 25 % svjetskoga stanovništva ovisi o vodi krških vodonosnika (Darnault, 2008). Krški okoliš iznimno je važan kao indikator stanja ekosustava u njemu jer taloženje sedimenta u kršu može uzrokovati koncentriranje toksičnih supstancija (Maire i Pomel, 1994). Utvrđena je znatna promjena u kvaliteti i kvantiteti podzemnih voda. Intenzitet crpljenja podzemnih voda veći je negoli je punjenje vodonosnika (Margat, 1994). Iako su procesi njihove degradacije možda naizgled spori, vrijeme zadržavanja onečišćiva u njima vrlo je dugo, što podzemne vode čini iznimno ranjivim od onečišćenja i vrlo teško obnovljivim (Notenboom i sur., 1994). Mnogi vodonosnici sadrže toksični otpad pa onečišćenje podzemnih voda čini glavni problem među ostalim važnim opasnostima (Job i Simons, 1994).

Naposljetku, važno je naglasiti da podzemlje nije zanemareno niti u Okvirnoj direktivi o vodama EU (2000) – *Water Framework Directive (WFD)*, koja daje važne i prijeko potrebne okvire kojima se utvrđuju osnovna načela održive politike upravljanja vodama u EU – kopnenim, površinskim, prijelaznim, priobalnim i podzemnim vodama. U pripremi pridruživanja EU državni dužnosnici odgovorni za vodno-gospodarska pitanja u Republici Hrvatskoj usuglasili su dokument država članica kojim se daju upute o praćenju površinskih kopnenih voda, prijelaznih voda, priobalnih voda i podzemnih voda, a na temelju kriterija navedenih u Dodatku V. Okvirne direktive o vodama. Pritom je izrađen tehnički dokument kao prikaz neformalnoga sporazumnoga stajališta o najboljoj praksi u praćenju podzemnih voda (Ured za službene publikacije Europskih zajednica, 2007). To je živi dokument i trebat će ga kontinuirano nadopunjavati i nadograđivati, usporedno sa širenjem primjene i iskustava u svim državama Europske unije pa i drugdje.

U područja NATURA 2000 mogu se uvrstiti samo špilje zatvorene za javnost, odnosno špilje koje se ne koriste u komercijalne svrhe. Ako se špilja koristi u ko-

mercijalne svrhe (turistički uređene špilje, špilje koje nisu turistički uređene ali se kontinuirano koriste u rekreativne i turističke svrhe i sl.), tada ne zadovoljavaju kriterij uvrštavanja u mrežu NATURA 2000, osim ako su ocijenjene kao važna područja za vrste iz Dodatka II. Direktive o staništima (*Congeria kusceri*, *Leptodirus hochenwartii*, *Proteus anguinus* te vrste riba iz roda *Phoxinellus* (*Telestes*, *Delmichthys*)).

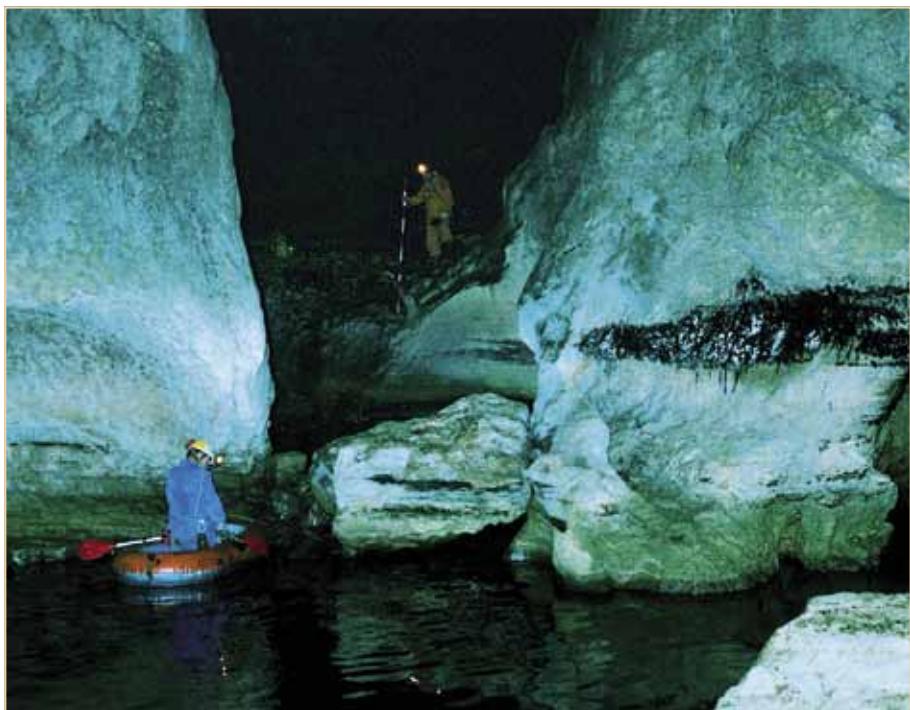
Na desetke tisuća ljudi danas živi u krškom području Hrvatske, a neki su njegovi dijelovi iskorišteni za poljoprivrednu proizvodnju (npr. Ličko polje, Imotsko polje, Sinjsko polje, Blatsko polje na otoku Korčuli i dr.) pa su postali visoko degradirani i onečišćeni. Prisutnost vode na kršu jedno je od ključnih obilježja koje određuje zakonitosti naseljenosti na nekom području i upravljanje vodnim resursima kao ključnom čimbeniku koji utječe na opstanak društva (naselja) na takvim područjima. Razvoj društva i gospodarstva omogućili su opstanak brojnim naseđenim područjima i lak dostup do pitke vode. Međutim kao rezultat razvoja, danas su brojne špilje i jame, pod kojima podrazumijevamo prije svega krške vodonosnike te aluvijalni vodonosnici u Hrvatskoj, zajedno s organizmima koji u njima žive, ugroženi ljudskom aktivnošću (slike 69.-72.).



Slika 69. Ponorni dio špilje Đula Medvedica u Ogulinu potpuno začepljen nagomilanim krutim otpadom (foto B. Jalžić)

Povratak na prvobitno stanje uvelike će ovisiti o kapacitetu okoliša. Međutim, gotovo uvijek vrlo je slaba mogućnost oporavka, naročito u faunističkom pogledu, zbog vrlo slabe reproduktivne sposobnosti iznimno krhkih populacija podzemnih organizama.

Zbog svega navedenog inventarizacija podzemnih staništa jedan je od ključnih imperativa za budući održivi razvoj zemlje jer će upravo podzemna vodena



Slika 70. Pazinska jama, Istra. Tragovi mazuta na stijeni ponora kod ulaza u sifonsko jezero i recentne nakupine mazuta na površini jezera (foto M. Kuhta)



Slika 71. Špilja Miljacka IV u NP "Krka" s promjenjenim vodnim režimom i devastiranom unutrašnjosti objekta za potrebe vodocrpilišta (foto B. Jalžić)



Slika 72. Nagomilani komunalni otpad u jami kod Zagvozda, Biokovo (foto R. Ozimec)

staništa biti pod vrlo snažnim pritiskom javnosti u desetljećima koja dolaze, zbog degradacije i onečišćenja nadzemnih staništa, sve većeg broja onečišćenih izvora pitke vode i sve veće potrebe za pitkom vodom.

# Pojmovnik stručnih izraza

**CORINE** je program Europske unije proveden u razdoblju 1985.-1990. s ciljem koordiniranja podataka o okolišu (CO-oRdination of INformation on the Environment). U okviru toga programa izrađena je klasifikacija stanišnih tipova EU tadašnjih 12 zemalja članica - CORINE Habitat Classification koja je kasnije poslužila kao osnova za klasifikaciju stanišnih tipova za potrebe Direktive o staništima i programa NATURA 2000.

**Diapauza** je stadij mirovanja tijekom rasta i razvoja nekih organizama. Pojavljuje se kod velikog broja različitih svojstva kukaca, a može se pojaviti u stadiju jaja, ličinke, kukuljice ili u odrasлом stadiju. Odvija se pod djelovanjem okolišnih čimbenika, koji su nepovoljni za daljnji razvoj i aktivnost neke svojte.

**Ekoton** je zona preklapanja dvaju ekoloških sustava ili dviju životnih zajednica, koji imaju određena zajednička obilježja s graničnim zajednicama, ali i specifična obilježja samo njemu svojstvena.

**Epikrška zona** je zona u relativno tankom sloju matične stijene koji se proteže najčešće do dubine od 15 do 30 metara ispod zone tla, a obilježavaju je velike oscilacije ekoloških uvjeta. Odijeljena je od freatičke zone s područjem slobodnog procjeđivanja vode i sastavni je dio prozračne, vodom nezasićene vadozne zone. Predstavlja značajno spremište i područje snažnog transporta vode. Naziva se još i subkutana zona.

**Estavela** je specifičan speleološki objekt, špilja ili jama koja u kišnim razdobljima, kao posljedica podizanja razine podzemnih voda, izbacuje vodu na površinu i funkcioniра kao izvor te povremeno plavi krška polja, a tijekom povlačenja vodnog vala, voda iz polja ponire kroz otvore istih objekata i pritom funkcioniра kao ponor.

**EUNIS** klasifikacija stanišnih tipova predstavlja cijeloviti europski sustav opisa i prikupljanja podataka o europskim staništima. EUNIS bazu podataka vodi Europska agencija za okoliš koja prikuplja i analizira podatke iz izvešća pojedinih zemalja te ih obrađuje i iskazuje na europskoj razini.

**Freatička zona** je podzemni prostor, stanište, u kojem podzemne vode natapaju dublje pjeskovito-šljunkovite nanose u aluviju (porozni vodonosnik) ili duboku potopljenu zonu krša (krški vodonosnik).

**Hiporeička zona** je intersticijsko stanište u međuprostorima sedimenta u koritu tekućica koja su ispunjena vodom, u aluvijalnim nanosima duž vodenih tokova; prijelazna zona između nadzemne vode i stalne (freatičke) podzemne vode.

**Hipotelminoreička zona** je podzemno stanište koje se nalazi na padinama planina viših nadmorskih visina, u profilu skeletne strukture tla, blizu površine,

gdje postoji mreža kanalića kojima voda teče između kamenog kršja, tla i korijenja vegetacije. Taj dio tla (glinoviti, muljeviti ili pjeskoviti) vrlo je bogat organskim česticama. Česta sastavnica skeletnog dijela tla je zeleni škriljevac.

**PHYSIS** je baza podataka Belgijskog kraljevskog prirodoslovnog instituta koja uključuje Klasifikaciju stanišnih tipova Palearktika, zasnovanoj na metodologiji CORINE klasifikacije stanišnih tipova EU.

**Sinekologija** je znanstvena disciplina u okviru koje se proučavaju odnosi između populacija jedne ili više vrsta koje žive na istom području, tj. ispituje odnose između životnih zajednica ili biocenoza. Unutar nje razlikujemo ekologiju populacija, ekologiju životnih zajednica i ekološkog sustava.

**Stigo** je jedinstveni prefiks koji se koristi za sve organizme koji se mogu zabilježiti u podzemnim vodenim staništima, od kojih su neki bez osobitog afiniteta za život u podzemlju dok su drugi visoko specijalizirani na život u podzemnim vodenim staništima.

**Stigobionti** su svoje ili populacije prilagođene morfološki, fiziološki i etološki isključivo na život u vodenim podzemnim staništima. Tamo se rađaju, žive, razmnožavaju i ugibaju, a da pritom nikada aktivno ne izadu u površinska staništa.

**Stigofili** su svoje koje mogu oblikovati stalne ili povremene podzemne populacije, odnosno mogu biti visoko ili djelomično morfološki i fiziološki prilagođene na odvijanje potpunog ili djelomičnog životnog ciklusa u podzemnim vodenim staništima. Najčešće su povezane s površinskim staništima zbog nekih bioloških osobitosti kao što je ishrana.

**Stigokseni** su svoje latalice ili slučajni gosti koje se samo sporadično pojavljuju u podzemnim vodenim staništima. Najčešće su vodom doplavljene iz površinskih staništa. Te svoje u podzemnim staništima ne žive kontinuirano niti se ondje razmnožavaju. Nikada ne pokazuju specifične prilagodbe na podzemne uvjete života.

**Subtroglofili** su svoje ili populacije kojima je potrebno nadzemno stanište za obavljanje barem jedne od vitalnih bioloških funkcija, a to su razmnožavanje i ishrana. Stoga se ne pojavljuju isključivo u podzemnim kopnenim staništima.

**Topoklima** je klima nekog manjeg prostora ili lokaliteta, površine ne veće od jednog kvadratnog kilometra, koji se mogu promatrati kao geografska cjelina. Špilje ledenice imaju obilježja glacijalne topoklima jer vrijednosti i dinamika temperature tijekom godine odgovaraju uvjetima koji su vladali na površini u nekim područjima krša Dinarida tijekom razdoblja ledenih doba, pa danas predstavljaju izuzetno važno područje za odvijanje životnog ciklusa nekih subtroglobiontskih svojstava beskralješnjaka koji su glacijalni relikti, kojima gonade dozrijevaju upravo na tim niskim temperaturama s vrijednostima oko 0°C.

**Troglo** je jedinstveni prefiks koji se koristi za sve organizme koji se mogu zabilježiti u podzemnim kopnenim staništima, od kojih su neki bez osobitog afiniteta za

život u podzemlju dok su drugi visoko specijalizirani na život u podzemnim kopnenim staništima.

**Troglobionti** su svoje ili populacije prilagođene morfološki, fiziološki i etološki isključivo na život u kopnenim podzemnim staništima. Tamo se rađaju, žive, razmnožavaju i ugibaju, a da pritom nikada aktivno ne izađu u površinska staništa.

**Troglofilii** su svoje koje mogu oblikovati stalne ili povremene podzemne populacije, odnosno mogu biti visoko ili djelomično morfološki i fiziološki prilagođene na odvijanje potpunog ili djelomičnog životnog ciklusa u podzemnim kopnenim staništima. Najčešće su povezane s površinskim staništima zbog nekih bioloških osobitosti kao što je ishrana.

**Troglokseni** su svoje latalice ili slučajni gosti koje se samo sporadično pojavljaju u podzemnim kopnenim staništima, privučene hranom ili povećanom relativnom vlažnošću zraka. Te svoje u podzemnim staništima ne žive kontinuirano niti se ondje razmnožavaju. Nikada ne pokazuju specifične prilagodbe na podzemne uvjete života. Najčešće se nalaze u ulaznim dijelovima špilja ili u polušpiljama.

**Vadozna zona** je prijelazno (tranzicijsko) područje u matičnoj stijeni između gornjeg sloja (epikrške zone) i potpuno vodom zasićenog sloja tzv. freatičke zone (npr. krški vodonosnik). To je zona kroz koju se voda procjeđuje većim ili manjim intenzitetom, ovisno o količini i godišnjem rasporedu oborina te veličini pukotina.

**Vodonosnik** je sloj ili niz geoloških slojeva koji nosi vodu ili je zasićen podzemnom vodom. Na području krša postoji pukotinski vodonosnik u kojem voda brzo teče podzemnim kanalima ili se polaganje kreće u podzemnim retencijama, iznad manje vodopropusnih stijena. Izvan krškog područja, u aluvijalnim nanosima, to je sloj ili niz geoloških slojeva koji nosi vodu ili je zasićen podzemnom vodom iznad vodonepropusne podloge, pri čemu se voda vrlo sporo giba između zrnaca sedimenta, pa govorimo o međuzrnskim ili poroznim **vodonosnicima**.



# Literatura

- Alcover, J. A., 1992. Fossils and caves. Str. 199-221. U: Camacho, A. I. (ur.), The Natural History of Biospeleology. Madrid, Museo Nacional de Ciencias Naturales.
- Camacho, A. I., 1992. A classification of the aquatic and terrestrial subterranean environment and their associated fauna. Str. 57-103. U: Camacho, A. I. (ur.), The Natural History of Biospeleology. Madrid, Museo Nacional de Ciencias Naturales.
- Camacho, A. I., Bello, E., Becerra, J. M., Vaticon, N., 1992. A natural history of the subterranean environment and its associated fauna. Str. 171-197. U: Camacho, A. I. (ur.), The Natural History of Biospeleology. Madrid, Museo Nacional de Ciencias Naturales.
- Culver, D. C., Pipan, T. 2009. The Biology of Caves and Other Subterranean Habitats. Biology of Habitats. Oxford University Press.
- Danielopol, D. L., Creuzé des Châtelliers, M., Moeszlacher, F., Pospisil, P., Popa, R., 1994. Adaptation of Crustacea to Interstitial Habitats: A Practical Agenda for Ecological Studies. Str. 217-243. U: Gibert, J., Danielopol, D. L., Stanford, J. A. (ur.), Groundwater Ecology. San Diego, Academic Press.
- Darnault, C. J. G. 2008. Karst Aquifers: Hydrogeology and Exploitation. Chapter 10. U: C. J. G. Darnault (ur.), Overexploitation and Contamination of Shared Groundwater Resources (NATO Advanced Studies Institute series). Springer Science and Business Media B.V., str. 203-226.
- Field, M. S., 1999. A lexicon of cave and karst terminology with special reference to environmental karst hydrology. Washington, U. S. Environmental Protection Agency, Karst Waters Institute, 201 str.
- Ford, T. D., Cullingford, C. H. D., 1976. The Science of Speleology. London, Academic Press, 593 str.
- Giachino, M., Vailati, D., 2010. The subterranean environment. Hypogean life, concepts and collecting techniques. World Biodiversity Association onlus, Verona, 129 str.
- Gibert, J., Stanford, J. A., Dole-Olivier, M.-J., Ward, J. V., 1994. Basic Attributes of Groundwater Ecosystems and Prospects for Research. Str. 7-40. U: Gibert, J., Danielopol, D. L., Stanford, J. A. (ur.), Groundwater Ecology. San Diego, Academic Press.
- Ginet, R. , Decou, V., 1977. Initiation à la biologie et a l'ecologie souterraines. Jean-Pierre Delarge, Paris.

Gottstein Matočec, S. (ur.), 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., Ternej, I. i Tvrtković, N. 2001. Croatia. Str. 2237-2287. U: Juberthie, C. i V. Decu (ur.) Encyclopaedia Biospeologica. III. Moulis, Société de Biospéologie.

Gottstein Matočec, S., Ozimec, R., Jalžić, B., Kerovec, M., Bakran-Petricioli, T., 2002. Raznolikost i ugroženost podzemne faune Hrvatske. Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja, Zagreb, str. 1-82.

Hahn, H. J. 2009. A proposal for an extended typology of groundwater habitats. *Hydrogeology Journal*, 17: 77-81.

Hawes, R. 1939. The flood factor in the ecology of caves. *Journal of Animal Ecology* 8: 1-5.

Illiffe, T. M., 1992. Anchihaline cave biology. Str. 613-636. U: Camacho, A. I. (ur.) *The Natural History of Biospeleology*. Madrid, Museo Nacional de Ciencias Naturales.

Job, C., Simons J. 1994. Ecological basis for management of groundwater in the United States: Statutes, regulations and a strategic plan. U: Gibert, J., Danielopol, D. i Stanford, J. (ur.) *Groundwater ecology*. Academic Press, San Diego, California, str. 524-541.

Juberthie, C., 2000. Diversity of the karstic and pseudokarstic hypogean habitats in the world. Str. 17-39. U: Wilkens, H., Culver, D. C., Humphreys, W. F. (ur.) *Subterranean Ecosystems. Ecosystems of the World* 30. Amsterdam, Elsevier.

Maire, R., Pomel. S.1994. Karst Geomorphology and environment. U: Gibert, J., Danielopol, D. i Stanford, J. (ur.) *Groundwater ecology*. Academic Press, San Diego, California, str. 130-156.

Margat, J. 1994. Groundwater operations and management. U: Gibert, J., Danielopol, D. i Stanford, J. (ur.) *Groundwater ecology*. Academic Press, San Diego, California, str. 508-522.

Meštrov, M., 1962. Un nouveau milieu aquatique souterrain le biotope hypotelminorheique. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 254: 1-3.

Notenboom, J., Plenet, S., Turquin, J. 1994. Groundwater contamination and its impact on groundwater animals and ecosystems. U: Gibert, J., Danielopol, D. i Stanford, J. (ur.) *Groundwater ecology*. Academic Press, San Diego, California, str. 477-503.

Orghidan, T., 1955. Un nou domeniu de viață acvatică subterană: "Biotopul hipo-reic". *Bul. Stiint. Sect. Biol. Stiinte Agric. Sect. Geol. Geogr.*, 7 (3), 657-676.

- Orghidan, T., 1959. Ein neuer Lebensraum des unterirdischen Wassers, das hyporheische Biotop. Arch. Hydrobiol, 55: 392-414.
- Ozimec, R., Bedek, J., Gottstein, S., Jalžić, B., Slapnik, R., Štamol, V., Bilandžija, H., Dražina, T., Kletečki, E., Komerički, A., Lukić, L., Pavlek, M. 2009. Crvena knjiga špiljske faune Hrvatske. Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, 337 str.
- Pipan, T. 2005. Epikarst - a promising habitat : copepod fauna, its diversity and ecology : a case study from Slovenia (Europe). Carsologica 5. Postojna, Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Ljubljana, str. 1-101.
- Radović, J., (ur.) 1999. Biološka i krajobrazna raznolikost Hrvatske. Pregled stanja biološke i krajobrazne raznolikosti Hrvatske sa strategijom i akcijskim planovima zaštite. Državna uprava za zaštitu prirode i okoliša. Zagreb.
- Sket, B., 1996. The ecology of anchihaline caves. TREE 11 (5): 221-225.
- Sket, B., 2001. The hygropetric habitat in cave and its inhabitants. Str. 43. U: Trajano, E. i Pinto-da-Rocha, R. (ur), Abstract of the 15<sup>th</sup> International Symposium of Biospeleology, 8-15 July 2001 Sao Paulo, Brazil. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.
- Sket, B. 2004. The cave hygropetric: a little known habitat and its inhabitants. Archiv für Hydrobiologie, 160 (3): 413-425.
- Sket, B. 2008. Can we agree on an ecological classification of subterranean animals? Journal of Natural History, 42 (21-22): 1549 – 1563.
- Stoch, F. (ur.) 2002. Caves and karstic phenomena. Life in the subterranean world. Italian Ministry of the Environment and Territory Protection, Udine, str. 1-159.
- Ured za službene publikacije Europskih zajednica 2007. Praćenje podzemnih voda. ODV CIS vodič br. 15. Zajednička strategija provedbe okvirne direktive o vodama (200/60/EC). Europska zajednica.
- Ward, J. V., Malard, F., Stanford, J. A., Gonser, T., 2000. Interstitial aquatic fauna of shallow unconsolidated sediments, particularly hyporheic biotopes. Str. 41-76. U: Wilkens, H., Culver, D. C., Humphreys, W. F. (ur.) Subterranean Ecosystems. Ecosystems of the World 30. Amsterdam, Elsevier.
- Weber, A., 2000. Fish and Amphibia. Str. 109-132. U: Wilkens, H., Culver, D. C., Humphreys, W. F., 2000. Subterranean Ecosystems. Ecosystems of the World 30. Amsterdam, Elsevier.
- Wilkens, H., Culver, D. C., Humphreys, W. F., 2000. Subterranean Ecosystems. Ecosystems of the World, 30. Amsterdam, Elsevier. 791 str.









