

Osrednja tema: TRDOŽIV

Besedilo: Maja Zagmajster

Trdoživi so od nekaj milimetrov pa do centimeter in pol velike vodne živali, ki žive pritrjene na podlago in jih neopazno oko v naravi hitro prezre. Že v 18. stoletju so navdihovali naravoslovce, kot sta van Leeuwenhoek in Trembley, ki sta s trdoživi delala tudi zanimive poskuse. Velik del svojega raziskovalnega življenja je trdoživom posvetil znameniti zoolog Jovan Hadži, ki je svojo znanstveno pot pričel s proučevanjem živčevja zelenega trdoživa, opazovanje trdoživov in drugih ožigalkarjev pa ga je privedlo do postavitve znamenite teorije o nastanku ožigalkarjev. Trdoživi so še dandanes navdih za številne znanstvene raziskave, hkrati pa ostajajo ene bolj zanimivih živali za opazovanja tudi za najmlajše.

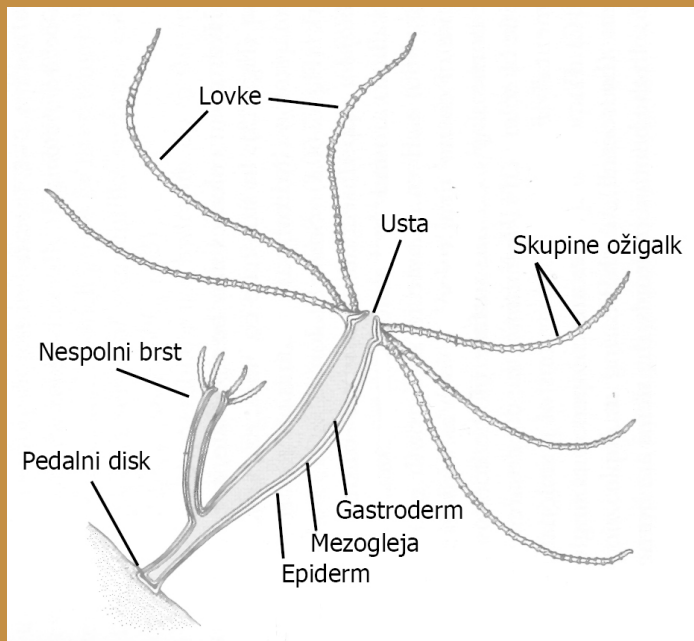
UVRSTITEV

Trdoživi spadajo med ožigalkarje (Cnidaria). Ožigalkarjev, ki so pretežno morske živali, je veliko tudi v Jadranskem morju – le kdo še ni naletel na med skalami obrežnega pasu skrite rdeče konjske vetrnice (*Actinia equina*) ali pa prosto plavajoče meduze mesečinke (*Pelagia noctiluca*), ki jih včasih v večjih številih prinese na obale. V plitvih vodah bomo srečali morská peresca rodu *Aglaophenia* bele ali rumenkaste barve, ki v velikih številih obraščajo kamenje in alge. Medtem ko vetrnico uvrščamo v razred koralnjakov (Anthozoa) in mesečinko v razred klobučnjakov (Scyphozoa), so morská peresca pripadniki razreda trdoživnjakov (Hydrozoa). Med 3.500 vrstami trdoživnjakov v svetu je največ morskih, a le v tem razredu ožigalkarjev najdemo tudi nekaj sladkovodnih vrst. Največ jih je iz družine sladkovodnih trdoživov Hydridae, s približno 40 vrstami rodu *Hydra*. Ko govorimo o trdoživu, torej ne govorimo le o eni določeni vrsti, ampak o kopici sladkovodnih vrst tega rodu.

TELESNA ZGRADBA

V življenju večine trdoživnjakov se izmenjujeta dve različni telesni obliki: polip, nesporna generacija, in meduza, spolna generacija.

Telo polipa je vrečasto, v notranjosti ima enotno prebavno votlino, ki ni predeljena s pregradami (ali septi) kot pri drugih ožigalkarjih. Spodnji del polipa (pedalni disk) je pritrjen na podlago, na zgornjem delu pa je glavica polipa (imenovana tudi hidrant). V tem delu je dvignjen del ustni stožec ali manubrij z usti na vrhu, okoli katerega izraščata venec lovk ali tentaklov. Telesna stena je zgrajena iz treh plasti – notranja plast obdaja prebavno votlino in jo imenujemo gastroderm, zunanja plast je epiderm, med obema pa je tanka vmesna plast, imenovana mezogleja. Zunanjo plast sestavljajo v glavnem kožno-mišične celice z mišičnimi vlakni in živčne celice z živčnimi vlakni, povezanimi v mrežo, medtem ko so v notranji steni predvsem bičkaste črevesne celice, žlezne celice in prehranjevalno-mišične celice. V telesni steni najdemo tudi edinstveno posebnost ožigalkarjev – celice, ki vsebujejo ožigalke, t. i. nematociste. To so posebno oblikovane celice, ki imajo v svoji notranjosti z loputo zaprto, s strupom napolnjeno kamrico in v njej zamotano votlo nit. Če se vzdraži izrastek (imenovan knidocil) na loputi, se ta hitro odpre, iz notranjosti pa se sproži nit, ki z ostrimi strukturami predre kožo in v rano izlije strup. Marsikdo je že na lastni koži občutil boleče učinke takih celic.

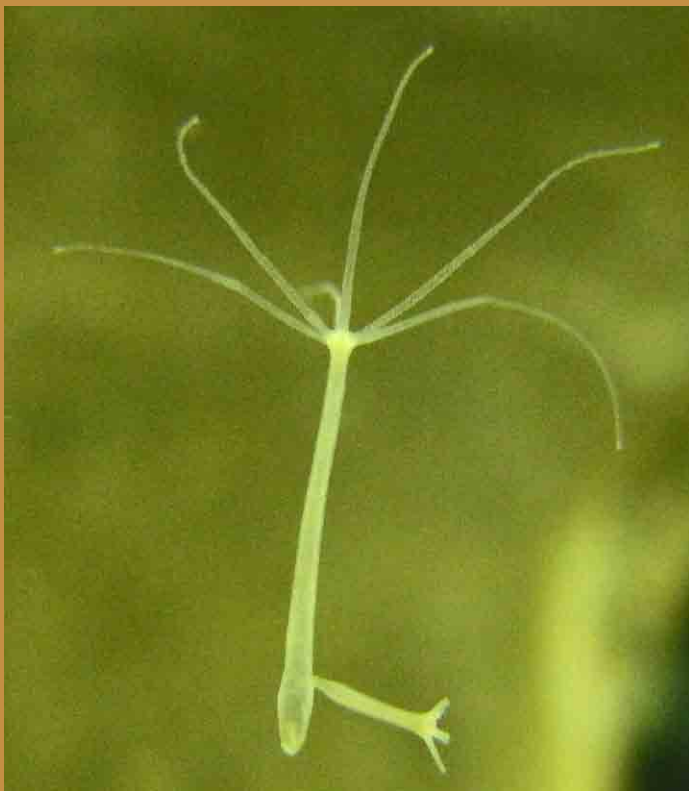


Telesna zgradba trdoživa (prirejeno po: Rupert s sodelavci, 2004. *Invertebrate zoology, a functional evolutionary approach*. Brooks/Cole – Thomson Learning.).

Z ožigalkami so opremljene tudi meduze. Meduze imajo obliko klobuka ali dežnika, v sredini telesa na spodnji strani imajo usta, iz roba katerih izraščajo ustne krpe, lovke pa izraščajo iz roba klobuka. Trdoživnjaške meduze imajo tudi tanek mišični okrajek, imenovan velum, ki poteka po spodnji strani od roba klobuka proti ustom. Tudi meduze imajo triplastno steno, a je pri njih mezogleja močno odebeljena in zdrizasta – predstavlja namreč osnovno ogrodje meduze in vpliva na njeno plavnost. Meduze pri trdoživnjakih so z redkimi izjemami majhne, velike od nekaj milimetrov do največ 3 cm. So prostoplavajoče, premikajo se s potisno silo vode, ki jo iztisnejo pod sebe ob krčenju klobuka. Toda meduze lahko pri nekaterih trdoživnjakih ostanejo pritrjene na izvorni polip ali pa celo povsem pokrnijo – kot je to pri trdoživih, kjer meduz ni več.



Jamski trdoživ ali velkovrhija iz Rakovega rokava Planinske jame, kjer so bile te živali prvič odkrite (foto: Rodrigo L. Ferreira).

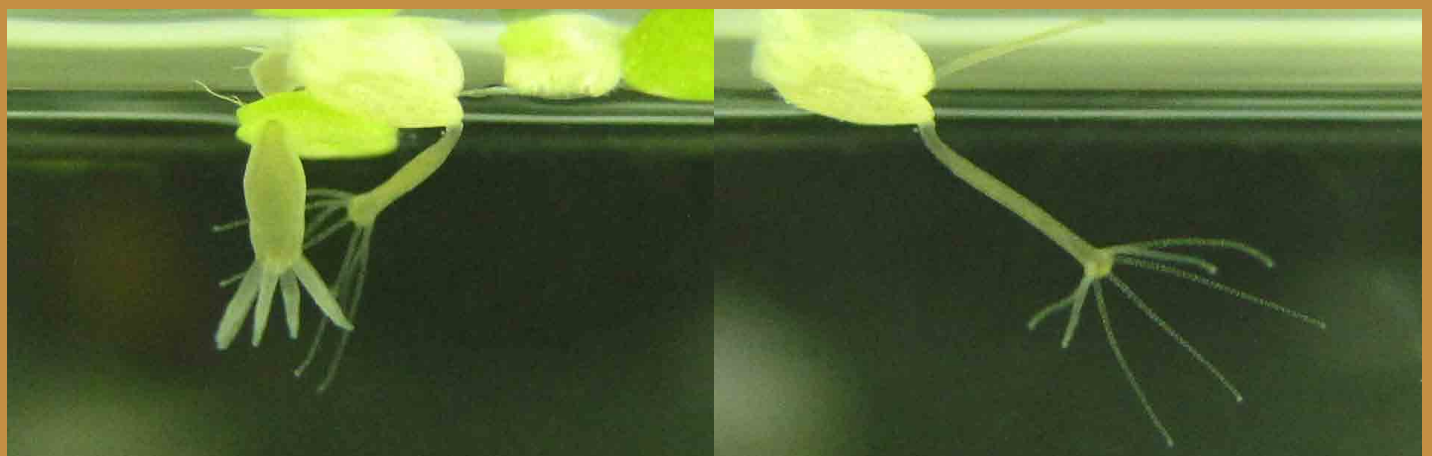


Trdoživ s stranskim brstom (foto: Maja Zagmajster).

Trdoživnjaki imajo zelo kompleksne kolonije ali korme, v katerih imajo posamezni polipi različne naloge, v skladu s tem pa so tudi različno oblikovani: obrambni polipi so polni ožigalk, prehranjevalni polipi imajo lovke, spolni polipi so brez ust in lovke itd. A trdoživi so tudi pri tem izjeme, saj takih kolonij ne tvorijo, ampak živijo posamič. Le v času brstenja, to je nespolnega razmnoževanja, lahko iz telesne stene trdoživa izraste nov osebek, ki je le do osamosvojitve pritrjen na izvorni polip.

RAZMNOŽEVANJE

Trdoživi so lahko ločenih spolov ali pa obeh, kar pomeni, da ista žival tvori moške in ženske spolne celice. Ker nimajo več meduze, ki pri trdoživnjakih tvori spolne celice, te nastajajo v polipovi telesni steni. Testisi so okrogle oblike, spermije izbrizgajo v vodo skozi drobno odprtino. Te pridejo do jajčeca, ki ga žival ne sprosti v vodo, ampak ostane v ovariju. Po oploditvi se oblikuje zigota in kasneje embrij, ki zapusti odraslo žival in pade na dno. Tako zaščiteno jajce lahko preživi tudi neugodne razmere, usodne za odrasle živali. Iz jajca se razvije omigetalčena ličinka, imenovana planula, iz katere se lahko precej hitro razvije nov polip.



Primerjava pokrčenega in iztegnjenega trdoživa (foto: Maja Zagmajster).

Število trdoživov se učinkovito povečuje tudi na račun nespolnega razmnoževanja, ki poteka z delitvijo ali brstenjem. V prvem primeru se lahko izvorni osebek predeli na dva vzdolž svoje telesne osi in iz obeh polovic nastaneta dve celi živali. Brstenje pa pomeni, da se v steni izvornega polipa naredi izbočina, iz katere začne izraščati polip. Ko je povsem oblikovan, se oddvoji in zaživi kot samostojna žival. Na ta način lahko iz ene živali nastane tudi 25.000 novih osebkov!

SOŽITJE Z ALGAMI

Trdoživi so skorajda brezbarvni, nekateri so rjavkasti ali sivi. Zeleni trdoživ, kot to pove že ime, je pri tem izjema. Od kod živali zelena barva? V celicah zunanje in notranje stene trdoživa živijo enocelične zelene alge zooklozele. Te trdoživu koristijo, saj alga s svojo fotosintetsko aktivnostjo trdoživa zalaga s kisikom, v časih pomanjkanja hrane pa trdoživi alge izkoristijo tudi kot vir hrane. Ko se razmere izboljšajo, lahko zelene alge ponovno pogoltnejo, jih ne prebavijo in tako obnovijo v telesni steni. Tudi alge imajo od trdoživa številne koristi. Okoriščajo se z ogljikovim dioksidom, ki ga proizvaja pri dihanju. Kot hranila izkoriščajo fosfatne in dušikove snovi iz trdoživovih izločkov. Zeleni trdoživi ravno zaradi prisotnosti alg iščejo osvetljena mesta za prebivanje. Alge se prenašajo iz roda v rod preko jajc trdoživov.

IZJEMNA ZMOŽNOST REGENERACIJE

Hidra je v grški mitologiji velikanska kači podobna pošast, ki ima devet strupenih glav. Grški junak Herakleji, ki se je spustil v boj z njo, je imel težko nalogo — na mestu, kjer ji je odsekal glavo, sta ponovno zrastle dve novi. Trdoživ z lovkami res spominja na to mitološko pošast, še bolj zanimiva pa je podobnost v izjemni moči regeneracije. Trdoživ je po tej sposobnosti gotovo eden od rekorderjev v živalskem svetu.

Sposobnost obnavljanja telesa je navdihovala znanstvenike že sredi 18. stoletja, ko je raziskovalec Trembley že poročal o številnih poskusih. Če je žival prerezal prečno, se je vsakemu delu ponovno razvil manjkajoči del in nastali sta dve normalno zgrajeni živali. V poskusu, v katerem je trdoživa izvihal, kot bi narobe obrnil nogavico, je žival živela dalje. Kasneje so z sodobnimi mikroskopskimi tehnikami ugotovili, da se v takem primeru celice notranje plasti prerinejo na zunanjo stran in prevzamejo svojo staro nalogo.

Kar težko je verjeti, kako malo celic je treba, da se razvije cela žival. Konec 18. stoletja raziskovalec Röseler poroča o ekstremnem, že prav grozljivo zvanečem poskusu, v katerem je trdoživa razrezal na drobne koščke, v nekakšno kašo. Iz vsakega delca se je že v petih dneh razvil nov trdoživ! V poskusu, kjer



Trdoživ z iztegnjenimi lovkami, ki presegajo dolžino telesa (foto: Teo Delić).

so telo trdoživa rezali na različno velike rezine, enkrat z več zgornjega dela, drugič z več spodnjega dela, so vsakič dobili enak rezultat — novo nastalo žival. Tudi iz 0,2 mm velikih rezin so se razvile nove živali. Le iz lovk, ki se jih ni držal vsaj del ustne plošče, se ni razvila nova žival.

TRDOŽIVI SO PLENILCI, A SAMI TUDI PLEN

Trdoživi so plenilci, ki se lotijo vseh primerno majhnih živali – rakov ceponožcev, vodnih bolh, dvoklopnikov ... Plen ujamejo z lovkami in omrtvičijo s strupom iz ožigalk. Plen si nato potegnejo k ustom in ga celega pogoltnejo. Prebava poteka v telesni votlini, hranilne snovi pa z difuzijo prehajajo do vseh celic telesa.

A hrane ni vedno na pretek in tudi na take primere so trdoživi odporni. Da bi lažje preživeli manj primerne razmere, se jim lahko število lovk zmanjša – ali jih odvržejo ali pa jih uvihajo in sami prebavijo. Ko se razmere zopet izboljšajo, zrastejo nove lovke.

S trdoživi se prehranjujejo vrtničarji, o čemer pričča zanimiva podrobnost. Čeprav ožigalke proizvajajo zgolj ožigalkarji, jih najdemo tudi v zunanji steni nekaterih vrtničarjev. Vrtničar poje trdoživa, ne prebavi pa nematoblastov – izvornih celic, v katerih se razvijajo ožigalke. Te vrtničar vgradi v svojo telesno steno in jih izkorišča za učinkovito obrambo. Gre za zelo zanimiv primer naravne implantacije celic ene živali v drugo.

KRČENJE TELESA OMOGOČA PREMIKANJE

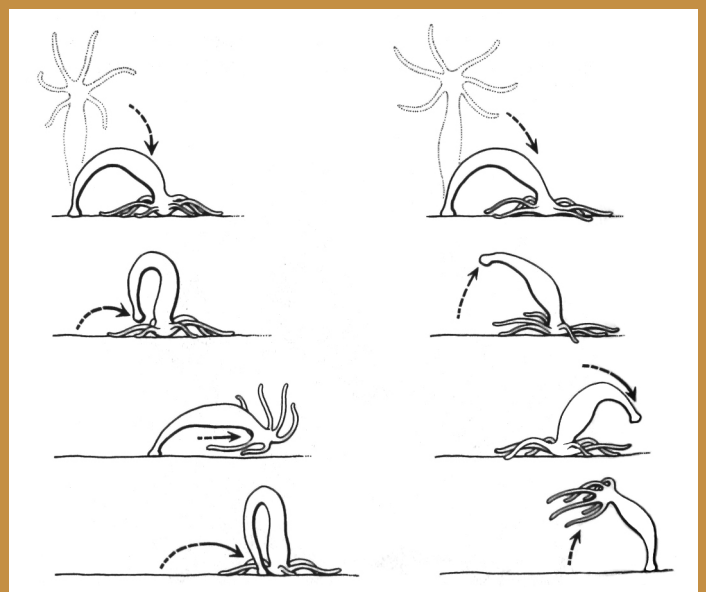
Trdoživi resda živijo pritrjeno, a se lahko tudi premikajo. Lahko se odlepijo od podlage in se pustijo pasivno prenašati vodnemu toku. Po podlagi potujejo tudi s počasnim drsenjem spodnjega dela telesa, a mnogo hitrejši so, če izkoriščajo izjemno možnost krčenja in iztegovanja telesa. Sposobni so se namreč skrčiti na nekaj milimetrov, potem pa spet iztegniti na več kot centimetrsko dolžino. Tako lahko »pednjajo« – še ko se držijo podlage, se upognejo in se s sprednjim delom primejo podlage – pri tem so jim v pomoč ožigalke z lepljivimi nitmi. Za tem pedalni del primaknejo in odlepijo sprednji del ter ga iztegnejo dalje. Lahko pa delajo prave »premete«, pri čemer je začetek gibanja podoben prejšnjemu — upognejo se in se z glavinim delom primejo na podlago. Nato pedalni del odlepijo

od podlage in ga iztegnejo navzgor, kot bi naredili stoji na glavi. Zavihtijo ga prek sebe in se z njim zopet primejo podlage. V enem dnevu lahko prehodijo več centimetrov.

TRDOŽIVI PRI NAS

Trdoživi so verjetno splošno razširjeni po Sloveniji, najdemo jih v počasi tekočih vodah, med rastlinjem v mlakah, na dnu potokov. A poznavanje vrst in njihove razširjenosti je zelo slabo, o njih najdemo komaj kaj zapisanega.

Najbolj znan je že nekajkrat omenjeni zeleni trdoživ (*Hydra viridissima*), vendar po besedah nekaterih strokovnjakov vrstna pripadnost pri nas najdenih zelenkastih trdoživov ni zanesljivo potrjena. Z dna Bohinjskega jezera so znane goste skupine velikih trdoživov, ki verjetno pripadajo vrsti *Hydra oligactis*. Ti imajo lahko v iztegnjenem stanju zelo dolge lovke, ki po nekaterih virih lahko dosega celo do 25 cm.



Trdoživi sicer večinoma žive pritrjeni, vendar pa se lahko tudi aktivno premikajo – ali z gosenicam podobnim pednjanjem (levo) ali pa s premetavanjem celega telesa (desno) (prirejeno po: Rupert s sodelavci, 2004. Invertebrate zoology, a functional evolutionary approach. Brooks/Cole - Thomson Learning.).

Skupine trdoživov lahko ob nizkem vodostaju Pivke najdemo tudi v delih reke Pivke v Postojnski jami, kakih 100 m od vhoda in ponora reke v podzemlje. Površinske trdožive lahko v jame zanese slučajno; če imajo na voljo dovolj plena, lahko v njih povsem uspešno živijo. Polipi so bili najdeni v še nekaj jamah, poleg jam Postojnsko-planinskega sistema tudi v Kompoljski in Pajsarjevi jami. Toda v Sloveniji živi še en trdoživ, ki je posebnost v svetovnem merilu — njemu je posvečen naslednji odstavek.

JAMSKI TRDOŽIV

Bilo je leta 1970, ko je France Velkovrh, tehnični sodelavec na tedanjem Inštitutu za biologijo Univerze v Ljubljani, v vzorcih, nabranih na dnu reke Rak v Planinski jami, opazil drobno žival. Na to je opozoril sodelavce raziskovalce in izkazalo se je, da gre za izjemno odkritje. Bil je droben trdoživ, ki ni bil podoben nobenemu od tistih, ki so jih občasno našli v vzorcih iz reke Pivke v isti jami in jih je v podzemlje prinašalo s površja. Profesorja Janez Matjašič in Boris Sket sta žival preučila in jo že v letu 1971 opisala kot nov rod in kot novo vrsto za znanost. V zahvalo pozornemu najditelju sta rod poimenovala *Velkovrhia*, z vrstnim imenom *enigmatica* pa sta opozorila na skrivnostnost in nenavadnost te živali. Uvrstila sta ga v družino Bougainvilliidae, v kateri so sicer pretežno morske vrste.

Velkovrhije so za razliko od trdoživov iz družine Hydridae kormijske, vendar polipi nimajo deljenih nalog. Iz skupnega stolona, priraslega na podlago, na vsakih nekaj milimetrov izraščajo posamezni polipi, veliki le do 2 mm. Telo polipa je obdano s cevko. Hidrant na vrhu polipa je razširjen, iz njega izrašča od 5 do 10 lovk, ki se ob draženju le malo pokrčijo. Velkovrhije se razmnožujejo tudi spolno, z gonofori, ki izraščajo iz telesa odrasle živali. Plavajoča larva po odcepu od odrasle živali pristane na podlagi, iz nje zraste nov osebek in nato nov korm.

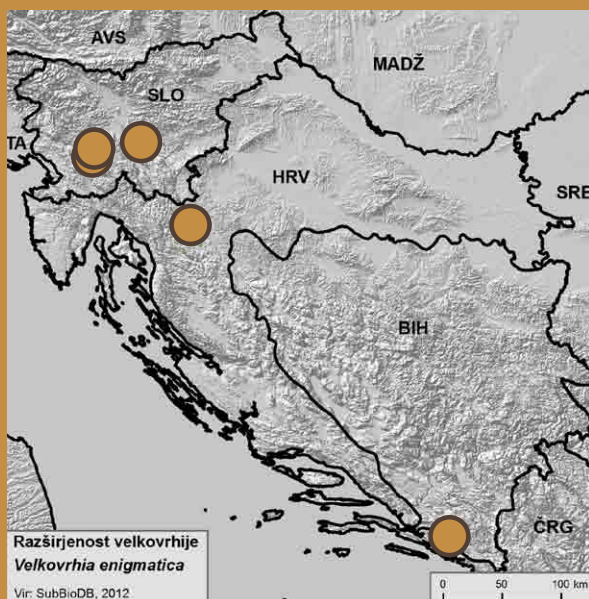
Živali so bile najdene na prodnikih v več delih reke Rak. V naravi se te živali najverjetneje prehranjujejo z drobnimi raki ceponožci. Biolog Milan Velikonja je v 70. in 80. letih prejšnjega stoletja nekaj let spremljal rast in velikost kormov velkovrhij. Ugotovil je, da se število hidrantov tekom leta spreminja, največ jih je bilo od februarja do maja, nakar se je število do avgusta zmanjšalo, nato pa spet začelo povečevati. To dinamiko je povezal s količino padavin, ki vplivajo na nivo vodne gladine v

reki in tudi na vnašanje organskih drobcev v podzemlje. Ko je bilo padavin več, je bilo tudi hidrantov več.

Velkovrhija je edini znani izključno podzemeljski trdoživ na svetu in je endemit Dinarskega krasa. Skoraj desetletje po odkritju je bila znana le iz Planinske jame, kasneje pa so jo zabeležili še v nekaj jamah, razporejenih vzdolž Dinarskega krasa. Najjužnejša lokacija je jama Vjetrenica v Bosni in Hercegovini. Zaenkrat še ne vemo, kako podobne ali različne so si te populacije med seboj in ali ne gre morebiti celo za različne vrste. Pri odgovoru na ta vprašanja bodo zelo v pomoč molekulske raziskave, ki potekajo v Skupini za speleobiologijo na Oddelku za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, a bo zanje treba poiskati in nabrati sveže živali. Da je to vse prej kot lahka naloga, nakazuje dejstvo, da je bilo tudi iskanje velkovrhije v Rakovem rokavu nekaj let neuspešno. Pred dobrim letom dni smo drobno žival ponovno našli in potrdili njeno prisotnost v Planinski jami, čaka nas še nekaj pozornih in natančnih pregledov ostalih znanih lokacij. A tudi pri obiskih drugih jam nas čakajo presenečenja – kot je nedavno odkritje novega nahajališča v jami Logarček v bližini Laz pri Planini. V februarju 2012 smo v jami našli drobne trdožive, ki imajo skorajda dvakrat večje število lovk kot velkovrhija. Delni rezultati molekularnih raziskav nakazujejo, da gre za doslej neznano morfološko različico velkovrhije, vendar bo za dokončne odgovore treba počakati do zaključka raziskav.

TRDOŽIV KOT TRDOŽIV

Številne zanimivosti trdoživov, njihove posebnosti kot tudi izjemne lastnosti so gotovo dober razlog, da je revija nevladnih naravovarstvenih društev dobila ime po tem organizmu. Če upoštevamo, da ima prav pri nas tipsko nahajališče svetovni posebnosti, jamski trdoživ, je to še toliko bolj primerno. Morda slabo poznavanje, a zanimivo življenje trdoživov navdihne nove raziskave in sistematične popise razširjenosti teh živali. In ne nazadnje – še en pomen ima trdoživ, ki je dobra popotnica biltenu. Trdoživ kot pridevnik ima v Slovarju slovenskega knjižnega jezika tudi naslednjo razlago: to je tisti, »ki kljub zelo neugodnim okoliščinam, vplivom, ne preneha biti, obstajati«. ☘



Razširjenost jamskega trdoživa ali velkovrhije v jamah vzdolž Dinarskega krasa (vir: SubBioDB, pripravila M. Zagmajster).



Jamski trdoživi s povečanim številom lovk z nedavno odkritega nahajališča v jami Logarček blizu Laz pri Planini (foto: Maja Zagmajster).