

Bogastvo morskih globin

- Čeprav morja pokrivajo 71 odstotkov Zemljine površine, je raziskan manj kot odstotek globokega morja
- Raziskovanje morske biosfere je dragoceno tudi zaradi nenavadnih, dragocenih snovi, ki jih vsebujejo ali znajo izdelati morski prebivalci
- Znanstvene ekspedicije v Tihem oceanu

Tekst: **Brane Maselj**

Fotografije: © **Schmidt Ocean Institute**



Ko robotsko podvodno vozilo SuBastian prvič potone v modro morje, so v kontrolni sobi ladje Falkor (too) poleg pilotov zbrani tudi vsi znanstveniki. Dobri dve uri bodo nervozno čakali, da se SuBastian dotakne morskega dna na globini 2500 metrov in začne raziskovati neznani svet. Za oba pilota, ki večje upravljata s krmilnimi ročicami vodenega podvodnega plovila, so ti potopi že rutina. Osemletni SuBastian se je v takšne pa tudi večje globine doslej potopil že vsaj petstokrat, na sto tisoče potopov je v zadnjih letih opravilo več tisoč njemu podobnih daljinsko vodenih ali popolnoma robotiziranih podvodnih vozil. Raziskovanje globin oceanov je končno postalo primerljivo z raziskovanjem vesolja.

Človekova zaverovanost v vesolje je od vekomaj in povsem primerljiva z njegovim strahom pred morskimi globinami. Čeprav prekrivajo morja kar 71 odstotkov Zemljine površine, v njihovih globinah pa je kar devet desetih vse biosfere našega planeta, je raziskan manj kot odstotek globokega morja. A to se spreminja, naraščajoče zanimanje za bogate vire tako mineralov kot še neznanih organizmov z nenavadnimi življenjskimi prilagoditvami je sprožilo nov zagon globokomorskega poslovnega in znanstvenega raziskovanja.

Paradoksi prednosti vesolja

Ocean in vesolje sta idejno, ali če že hočete mitološko, dve končni točki človekovega raziskovanja, zato ni presenetljivo, da imata zelo podobne cilje pa tudi, kar pogosto pozabljamo, tehnologijo. Globokomorske podvodne naprave morajo biti skonstruirane tako, da prenesejo nizke temperature in zelo visoke pritiske ter korozivne učinke slane vode. Ko se enkrat potopijo, vedno znova opravljajo rutinske naloge, z malo ali nič možnosti za popravilo. Prav tako morajo vzdržati v ekstremnih razmerah vesoljski roverji in plovila, ki jih človek pošilja nekam na konec nam vidnega vesolja, od koder se večinoma ne bodo vrnil. In navsezadnje: tako astronauti kot akvanavti se za svoje dolgotrajne pustolovščine urijo na podobne načine.

Obe vrsti ekspedicij sta si podobni tudi v lovu na ekstremno življenje, ki ga s težavo odkrivajo tako v težkih razmerah v globokem morju kot na oddaljenih planetih. V Nasinem Laboratoriju za reaktivni pogon v Pasadeni v Kaliforniji obstaja celo oddelek, namenjen raziskovanju podobnosti med življenjem na dnu morij in na drugih svetovih z oceani, kot sta Jupitrova luna Evropa in Saturnova Enceladus. Pomorski znanstveniki so se spretno naučili povezati svoje raziskave z vesoljem in tako odpreti pipo reki denarja, ki se je doslej zlivala v vesoljske raziskave.

Zaverovanost človeka v vesolje je pač od vekomaj neprimerljivo večja, tako zaradi finančnih, verskih kot političnih in povsem človeških razlogov. Milijarde dolarjev se vlagajo v raziskovanje vesolja in v zadnjem času celo v militarizacijo vesolja. Ocean – njegove prebivalce, geografijo in pomen – je komajda mogoče dojeti, vendar morje vzbudi le delček vznemirjenja, ki ga povzroči meja znanega vesolja. Pri tem so igrali določeno vlogo tudi močni nasprotni vetrovi denarja in geopolitike pa tudi povsem psihološke lastnosti človeštva.

Tako ZDA kot Sovjetska zveza sta hoteli iz vesolja predvsem vohuniti in nadzorovati, izstreljevati rakete in bojne glave, za ljudske množice pa je bila odprava na Luno seveda veliko privlačnejši cilj. Legendarne fotografije modre Zemlje in površja Lune v črnini vesolja, nastale na odpravah Apollo, so glede na njihov vpliv na človekovo dojetje samega sebe v celoti upravičile vesoljska raziskovanja. Dotaknile pa so se tudi globljega fenomena, zakaj imajo ljudje raje nebo kot morja in zakaj javnost raje podpira vesoljske raziskave. V skoraj vsaki pomorski kulturi ima človeški strah pred globinami obliko morske pošasti, pa naj bo to velikanski Kraken v nordijski mitologiji ali kača Yacumama, ki polzi po perujski Amazonki. Ne glede na to, kako skromna je statistika napadov morskega psa na človeka, je morski pes danes v naši domišljiji še vedno krvoločan lovec na ljudi. Večina se izogiba globoki vodi zaradi instinktivnega strahu pred črmino, ki jo hrani globina, pred popolno praznino in temo. Poleg tega je tu še klasična verska mitologija; nebesa so zgoraj, tako kot nebo; pekel je spodaj, tako kot ocean. Verniki molijo k bogu zgoraj in iščejo vodstvo in zaščito v nebesih. Bojijo se tega, kar leži



Za dvig na gladino uporablja ROV svoje navigacijske instrumente in potisne motorje, nato pa ga z močnim vitlom in ladijskim žerjavom previdno dvignejo nazaj na raziskovalno plovilo Falkor.

Do nedavnega je bilo rudarjenje omejeno na plitve obalne vode, kjer so dostopni denimo kositer ali diamanti, zdaj pa narašča zanimanje za polimetalne sulfide in feromanganovo skorjo, bogato s kobaltom.



Številne videokamere operaterjem omogočajo spremljanje dogajanja okoli vozila v realnem času. To vključuje pilotsko kamero za upravljanje z vozilom, premično kamero, ki jo uporabljajo znanstveniki za opazovanje zanimivih pojavov, pa kamere za nadzor kabla, okolice in nadzornih sistemov na vozilu ...

spodaj, kjer bodo počivali v zemeljskem grobu ali, še huje, plačali za svoje grehe v peklu.

Vse to so razlogi, da je bila doslej z uporabo sonarjev in satelitov kartografirana komaj desetina oceanskega dna, vendar se zadeve spreminjajo; zbiranje podrobnih informacij ter video posnetkov morskega dna, fotografij, jedra usedlin in drugih vzorcev o morskem dnu, ki prinašajo podatke ne le o obliki, pač pa tudi o sestavi in porazdelitvi usedlin ter njihovi geološki strukturi, postaja dostopno – predvsem pa finančno koristno. Čedalje več raziskav

napaja naraščajoče zanimanje za bogate mineralne vire v globinah oceanskega dna, ki pri kobaltu, bakru in cinku danes obsegajo že med tri in pet odstotkov svetovne proizvodnje. Ta bi lahko do konca desetletja narasla že na deset odstotkov. Temu zanimanju sledijo proizvajalci robotiziranih podvodnih vozil, ki pričakujejo, da bo svetovni letni promet rudarjenja morskih mineralov do leta 2030 vreden že 10 milijard dolarjev. Ta vsota seveda opravičuje razvoj vseh mogočih tehnologij za raziskovanje oceanov.

Do nedavnega je bila večina prizadevanj v morskem rudarstvu omejena le na plitve obalne vode, kjer so rudnine, kot denimo kositer ali diamanti, lažje dostopne. Zdaj pa že narašča zanimanje za rudarjenje polimetalnih sulfidov in feromanganove skorje, bogate s kobaltom, ki ležijo blizu aktivnih in izumrlih hidrotermalnih vrelcev na 1400 do 3700 metrih pod gladino oceana. Skozi odprtine teh vrelcev vrejo med drugim tudi sulfidi, ki vsebujejo dragocene kovine od srebra, zlata, bakra, mangana do kobalta in cinka, ter se strjujejo na morskem dnu.



Odprava pod vodstvom dr. Monike Bright je našla prve dokaze, da se lahko ličinke črvov cevkarjev naselijo in celo živijo pod morskim dnom.

Vse to seveda ni nujno samo blagoslov za človeštvo, saj prinaša tudi nevarnosti ropanja morskih bogastev v globokih morskih teminah, ki so povsem skrite pred očmi javnosti. Apetiti po izkoriščanju morskega dna in morja sploh naraščajo, nadzora pa pravzaprav ni, saj je kar 80 odstotkov morij klasificiranih kot mednarodne vode, v katerih se lahko počne marsikaj brez nadzora, opozarja raziskovalka dr. **Tinkara Tinta** z Morske biološke postaje Piran Nacionalnega inštituta za biologijo, s katero je bil objavljen intervju v oktobrski reviji *Gea*.

Morska ekologinja, ki raziskuje, kako različne motnje vplivajo na mikrobo v morskih ekosistemih, se je poleti skupaj s tehnikom Tihomirjem Makovcem udeležila znanstvene ekspedicije na hidrotermalne vrelece podvodnega vulkana na vzpetini vzhodnega Tihega oceana ob Srednji Ameriki. Nekateri teh hidrotermalnih vrelcev imajo kratko življenjsko dobo, toda kjerkoli nastanejo, jim skoraj vedno sledi biološka skupnost, ki v nekaj letih kolonizira območje. Odprava je pod vodstvom dr. Monike Bright z dunajske univerze našla prve dokaze, da se lahko ličinke črvov cevkarjev naselijo in

celo živijo pod morskim dnom. Prav na takšnih mestih pa kot rečeno odlično uspeva tudi globokomorsko rudarjenje, ki je razmeroma nov postopek pridobivanja mineralov na oceanskem dnu. Oceanska rudarska mesta so običajno prav okoli aktivnih in izumrlih hidrotermalnih vrelcev na globini približno 3000 do 6500 metrov pod gladino oceana. Nahajališča sulfidnih usedlin se izkopavajo s hidravličnimi črpalkami ali sistemi žlic, ki rudo popeljejo na površje, da jo predelajo.

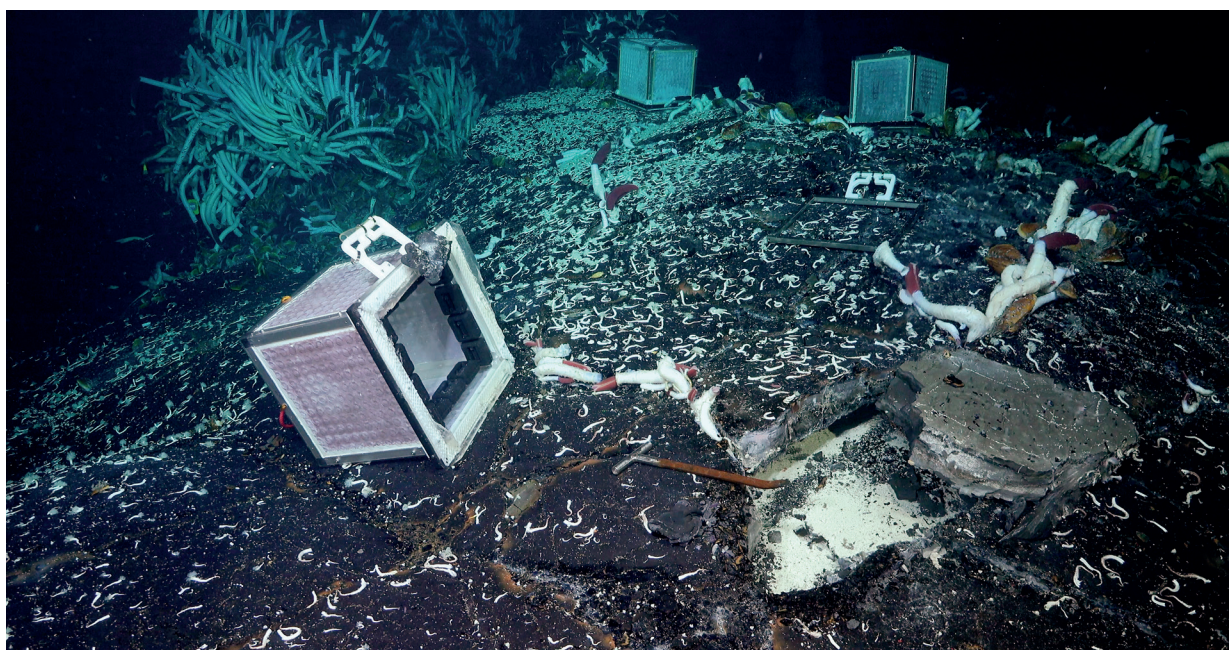
Globokomorsko rudarjenje sproža vprašanja o vplivu na okolje. Okoljske skupine, kot sta Greenpeace in Deep Sea Mining Campaign, trdijo, da rudarjenje na morskem dnu ne bi smelo biti dovoljeno v večini svetovnih oceanov zaradi možnosti škode za globokomorske ekosisteme in onesnaženja s težkimi kovinami. Tudi nekateri znanstveniki trdijo, da se rudarjenje morskega dna ne bi smelo nadaljevati, saj vemo relativno malo o biotski raznovrstnosti globokomorskega okolja. Velike države z znatnimi nahajališči mineralov morskega dna v svojih velikih izključnih ekonomskih conah (EEZ) pa sprejemajo lastne odločitve v zvezi z rudarjenjem morskega dna in iščejo načine, kako rudariti na morskem dnu, ne da bi povzročale preveliko škodo globokomorskemu okolju.

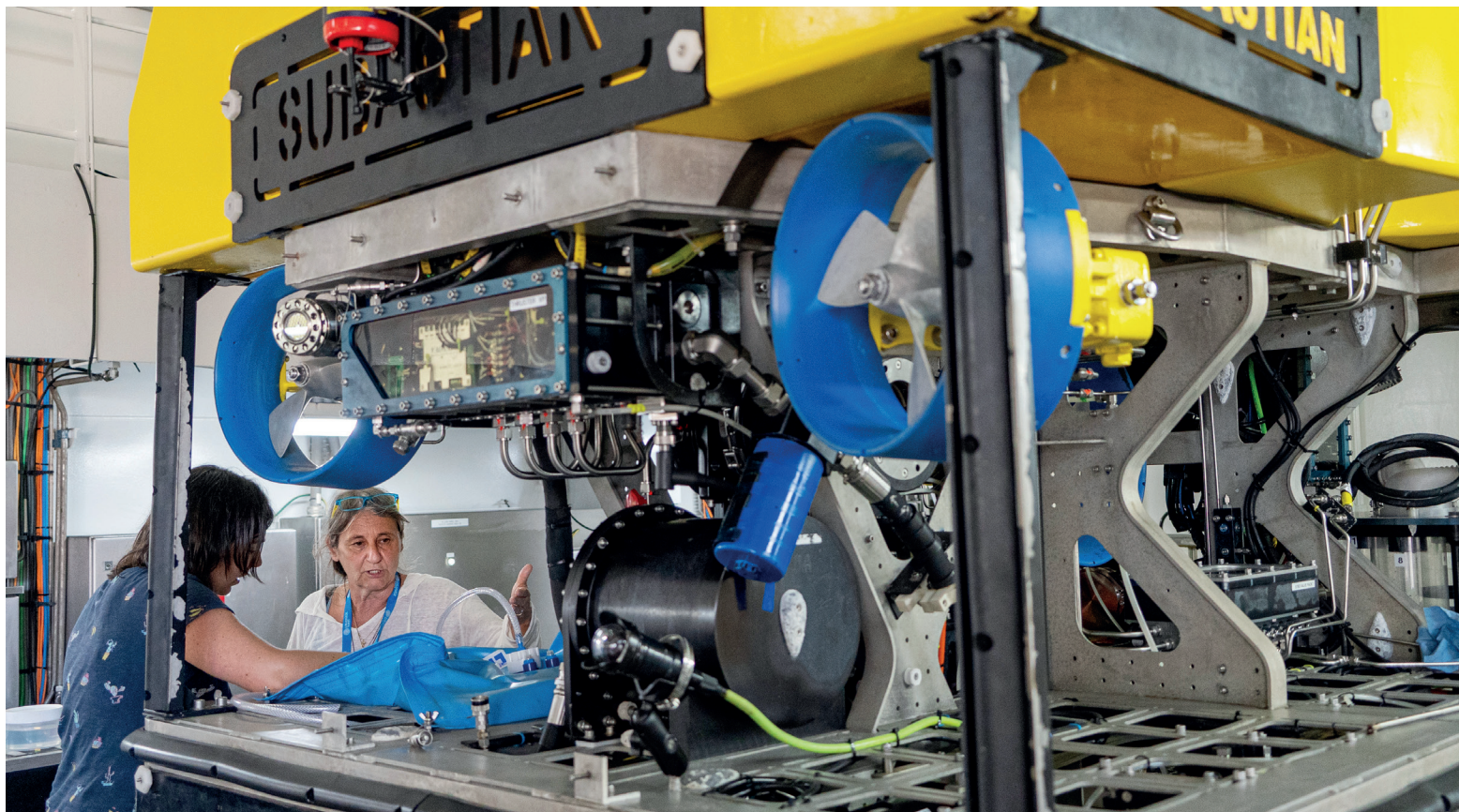
Gensko zlato

Posebno vrednost v zadnjem času med raziskovalci pridobiva tudi raziskovanje morske biosfere zaradi nenavadnih, dragocenih snovi, ki jih vsebujejo ali znajo izdelati najrazličnejši morski prebivalci. Kot rečeno, je v oceanih več kot 90 odstotkov zemeljske biosfere, človek pa pozna komaj kakšnih 250.000 različnih morskih organizmov – od drobnih virusov in fitoplanktona do kitov. Vmes je, ocenjujejo, še vsaj desetkrat več vrst, o katerih se nam danes še niti ne sanja, in ves ta svet vsebuje neprecenljive genske rešitve, ki jih lahko le slutimo. Doslej so sicer odkrili že 34.000 snovi, ki so zanimive za znanstvena raziskovanja ali komercialno izkoriščanje.

Večina »genskega zlata« je bila odkrita v priobalnem pasu, ki je razdeljen med posamezne države, biotehnoška podjetja pa se tako kot rudarji že ozirajo v globlje, mednarodne vode, ki sestavljajo več kot 70 odstotkov prostornine oceanov. Po nekaterih ocenah bo ta genski potencial iz morskih globin že v letu ali dveh vreden šest

ROV SuBastian se je do cilja na globini 2500 metrov potapljal debeli dve uri in nato štiri ure vrtal v kamnino, obračal kamne in v podzemnih votlinah nabiral vzorce življenja v njih.





Vozila ROV so velika od škatle za čevlje do velikega kombija, odvisno od vrste naloge, ki jo morajo opraviti. ROV SuBastian, ki so ga uporabljali na odpravi, meri 3,1 x 2,1 metra, visoko pa je 1,9 metra.

milijard dolarjev in se bo samo še povečeval. Ob tem pa je za zdaj ustrezno zaščiteno le 1,2 odstotka mednarodnih voda.

Sporazumi o genetskih virih in njihovem načinu izkoriščanja, predvsem v tem smislu, da bodo prosto dostopni tudi za države, ki niso zmožne same raziskovati morskih globin, se sicer že podpisujejo. Države v razvoju bi rade, da se dobički tako od mineralov kot od razvozlanja genske kode – s pomočjo katere znajo določene živali proizvajati snovi, kot so beljakovine proti zmrzovanju, snov zikonotid proti bolečinam ali plitidepsin za preprečevanja okužb ali celo raka –, pridobljeni v mednarodnih vodah, enakomerno porazdelijo. A mednarodne vode so in bodo še dolgo ostale nekakšen Divji zahod, kjer velja le zakon močnejšega.

In razviti svet se ne bo hotel odreči dobičku od postopkov in patentov za raziskavo genov ter njihovi uporabi v proizvodnji. Takšen je recimo postopek razmnoževanja dela genskega zapisa s posebnimi DNK sondami, ki ga omogoča encim taq polimeraza, ki je med kovidom omogočal tako imenovano PCR-testiranje. Izdelujejo ga bakterije, odkrite prav na hidrotermalnih vrelih, kjer lahko zdržijo temperature do skoraj 100 °C.

»Ko tako 'prebrani' gen vstavijo v celice kvasovk, te z njegovimi navodili proizvedejo večje količine zelene snovi. Neke druge bakterije, prav tako živeče na hidrotermalnih vrelih, pa vsebujejo encime, ki znajo s pomočjo dodane energije proizvajati vodik. V takšnih ekstremnih razmerah mora življenje pač razviti posebne metabolične procese, povsem drugačne, kot jih poznamo na kopnem, ki lahko postanejo osnova za tudi povsem nove tehnologije,« pravi raziskovalka s piranske morske biološke postaje dr. Tinkara Tinta.

Tehnologija za podvodna osvajanja

Ključnega pomena pri vseh teh načrtih so sodobna podvodna vozila, ki jih je omogočil napredek robotike. Takšna so vozila na daljinsko upravljanje (ROV), pa avtonomna, vnaprej programirana vozila, ki ne prejemajo nobenih navodil s površja, ter hibridna, ki lahko delujejo neodvisno ali s kablom. Najpogostejša in tudi najučinkovitejša so vozila ROV, ki se upravljajo po kablu, ki je povezan z ladjo na gladini, in lahko dosežejo globine do 6000 metrov, pravi **Tihomir Makovec**, strokovni sodelavec in Vodja potapljaške baze na pomorski postaji Piran, ki je raziskovalki na odpravi pomagal po tehnični plati pri zbiranju vzorcev.

Vozila ROV so lahko velika od škatle za čevlje do velikega kombija, odvisno od vrste naloge, ki jo morajo opraviti. Vozilo, ki so ga uporabljali na odpravi, meri 3,1 x 2,1 metra, visoko pa je 1,9 metra; na palubi tehta 3,2 tone, in čeprav se zdi to veliko, lahko lebdi na vodi. Opremljeno je s petimi zmogljivimi potisnimi motorji s propelerji,



Foto: Jure Eržen

Apetiti po izkoriščanju morskega dna in morja naraščajo, nadzora pa pravzaprav ni, saj je kar 80 odstotkov morij klasificiranih kot mednarodne vode, v katerih se lahko počne marsikaj brez nadzora, opozarja raziskovalka dr. Tinkara Tinta.

trije vozilo potiskajo v stran, naprej in nazaj, dva pa poskrbita za navpično gibanje. ROV SuBastian, ki je pomagal omenjeni odpravi na hidrotermalne vrele, se lahko spusti do največje operative globine 4500 metrov in potuje s hitrostjo 0,5 do 3 vozle, odvisno od globine in tokov, pove Makovec.

Na spletni strani fundacije Schmidt Ocean Institute, ki je financirala odpravo na hidrotermalne vrele v Tihem oceanu, piše, da je njihovo vozilo opremljeno s senzorji in znanstveno opremo za zbiranje vzorcev, podatkov ter za interaktivno raziskovanje in znanstveno eksperimentiranje. Številne videokamere operaterjem omogočajo spremljanje dogajanja okoli vozila v realnem času. To vključuje pilotsko kamero, ki jo uporablja pilot, ko upravlja z vozilom, premično kamero, ki jo uporabljajo znanstveniki za opazovanje zanimivih pojavov, pa kamere za nadzor kabla, okolice in nadzornih sistemov na vozilu.

Poleg stalnih kamer je mogoče namestiti tudi posebne slikovne sisteme, ki jih dobavijo gostujoči znanstveniki. SuBastian ima veliko nosilnost, kar pomeni, da je mogoče po potrebi nameščati kakršnekoli instrumente, ki jih znanstveniki potrebujejo pri svojih raziskavah.

ROV SuBastian se je do cilja na globini 2500 metrov potapljal debeli dve uri in nato štiri ure vrtal v kamnino, obračal kamne in v podzemnih votlinah nabiral vzorce življenja v njih. Pod vodo sicer lahko ostane poljubno dolgo, saj energijo za svoje delovanje dobiva po

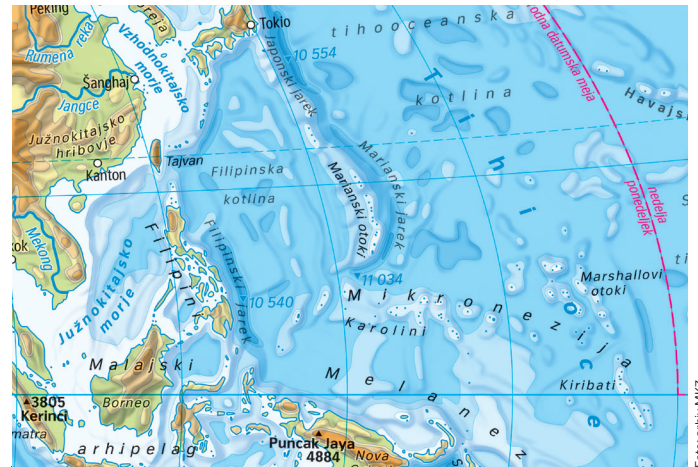
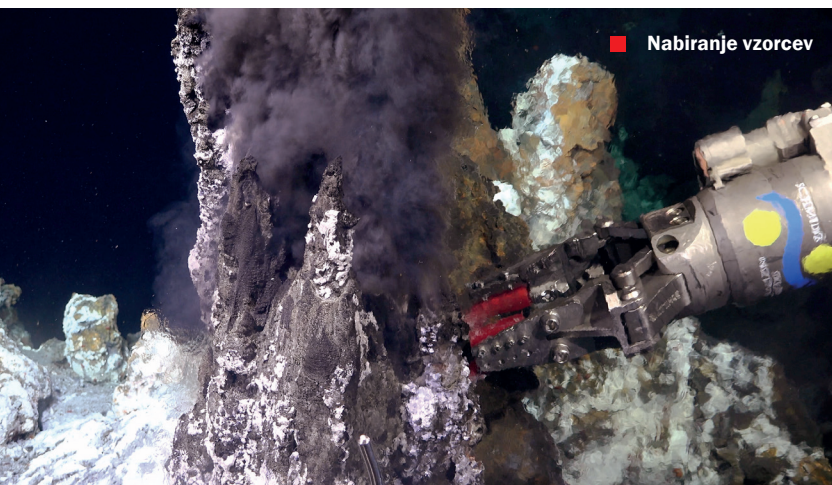


Foto: arhiv MKZ

NAJGLOBLJI POTOP V ZGODOVINI

Leta 1953 se je Jacques Piccard z batiskafom Trieste potopil do globine 3139 metrov. Leta 1958 je ameriška mornarica Trieste opremila z novo kabino in dve leti kasneje sta se Piccard in poročnik ameriške mornarice Donald Walsh v njem spustila do najgloblje znane točke na Zemlji Challenger Deep v Marianškem jarku in uspešno opravila najgloblji potop v zgodovini: 10.915 metrov. Potop je leta 2012 s plovilom Deep Sea Challenger ponovil režiser James Cameron, ki je prvič vse skupaj posnel tudi na filmski trak.



kablu, tako kot komunikacijo z matične ladje, seveda pa potrebuje veliko vzdrževanja, zato je osemurni delovnik njegov običajni ritem. Za primerjavo, vozila s človeško posadko lahko ostanejo pod gladino le do pet ur. Nekatera podvodna vozila morajo na dno morja odložiti uteži, da postanejo lažja in se lahko dvignejo na površje, SuBastianu pa tega ni treba. Za dvig na gladino uporablja svoje navigacijske instrumente in potisne motorje, nato pa ga z močnim vitlom in ladijskim žerjavom previdno dvignejo nazaj na raziskovalno plovilo Falkor. Vse to je ROV počel pod budnim očesom dveh dežurnih pilotov v kontrolni sobi matične ladje, ki vozilo upravljata s krmilnimi paličicami, ne bistveno drugačnimi od igralnih paličic. Običajno glavni pilot navigira plovilo, medtem ko kopilot nadzira položaj vozila in upravlja hidravlično roko, ki je poglavitno orodje vozila za nabiranje vzorcev ali kakršnokoli delovno opravilo na dnu morja. Ker morata biti pilota pri svojem delu zelo osredotočena, traja njuna izmena le dve uri; za krmilnimi paličicami so se tako nenehno izmenjevali trije pari pilotov, se spominja Tihomir Makovec, ki je bil pri SuBastianu zadolžen za posebno vrečo za zbiranje vzorcev. Piloti, ki so krmilili ROV SuBastian, so sicer vsi zaposleni v industrijskem sektorju, večinoma na naftnih ploščadih. Tam, še posebej pa v rudarstvu, je postalo delo brez vozil ROV nepredstavljivo. Količino takšnih vozil danes pluje oziroma lebdi pod morsko gladino, je težko oceniti – podatek, ki smo ga našli na spletu iz leta 2015, navede številko 1100 – a zagotovo jih je že na tisoče.

Makovec je vsako jutro vstajal ob 4.30, da je pred potopom plovila namestil nanj 70-litrsko vrečo, preizkusil vodno črpalko, stikala, pritrčila ... Vsaka malenkost je v globini 2500 metrov lahko odločilna, saj morajo naprave delovati brezhibno pod nenehnim pritiskom 250 atmosfer, kar pomeni 250 kilogramov pritiska na centimeter površine. Tudi med potopom je bil nenehno v bližini pilotov, da ju je pravočasno opozoril na spremembo dejavnosti hidravlične roke pri nabiranju vzorcev. Ta je ne le natančna, ampak tudi izjemno

Tihomir Makovec, strokovni sodelavec in vodja potapljaške baze na pomorski postaji Piran, je raziskovalki na odpravi pomagal po tehnični plati pri zbiranju vzorcev.

Foto: Tomaz Primožič



PODMORNICA ALVIN

Po svetu se danes uporablja tudi vse več podmornic s posadko, kakršna je denimo ameriška podmornica Alvin za tri osebe, ki jo upravlja oceanografska ustanova Woods Hole in se lahko potopi do globine približno 3600 metrov.

Podmornica je opremljena z lučmi, kamerami, računalniki in zelo okretnimi robotskimi rokami za zbiranje vzorcev v temi oceanskih globin. Alvin je opravil svoj prvi poskusni potop leta 1964 in se odtlej potopil že več kot 3000-krat do povprečne globine 1829 metrov.

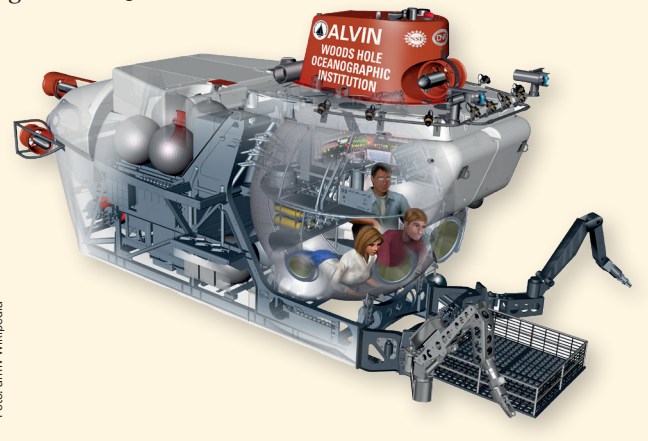


Foto: arniv Wikipedia

močna, saj lahko stisne ali premakne kar 300 kilogramov, zato je treba njene gibe načrtovati več minut pred samim delovanjem, da ne bi pomotoma poškodovala vozila ali opreme, še pove Makovec.

Vesoljci v morju

Prav v zadnjem času se odpira še eno področje raziskovanja morskih globin, ki njihove temine znova povezuje z vesoljsko črnino. Skupina astronomov se v kratkem odpravlja na tihomorsko ekspedicijo proti Papui Novi Gvineji, da bi tam poiskala ostanke leta 2014 strmoglavljenega neznanega letečega objekta, ki bi lahko bil tudi nezemeljsko vesoljsko plovilo.

Denar za odpravo je zagotovil projekt Galileo, ki ga vodi harvardski astrofizik Avi Loeb, v okviru katerega bodo iskali neznane leteče predmete na Zemlji in v vesolju. Svoje sisteme za odkrivanje bodisi raket bodisi nenavadnih bolidov v atmosferi ima seveda tudi ameriška vojska, ki je lani javno objavila seznam 932 opaženih takšnih predmetov. Med njimi je tudi objekt, ki ga namerava zdaj v morju poiskati Loebova odprava, to pa zato, ker je razpadel komaj 18 kilometrov nad Zemljo, kar pomeni, da je prodril bistveno bližje površini planeta, kot je običajno za meteorite, in to daje slutiti, da je šlo morda za intergalaktično plovilo ali njegov del.

Na podlagi izračunov in s pomočjo posebnih magnetnih sani na vozilu ROV bodo prečesali morská tla v globini 1700 metrov in zbrali, upajo, delce predmeta, ki je zagorel in razpadel nad oceanom. Avi Loeb: »Iskanje drobcev takšnega predmeta v morju je več kot tisočkrat cenejše od podobnega podviga z vesoljsko sondo in možnost je, da tako najdemo snovi, ki jih je izdelala nezemeljska civilizacija.« ■