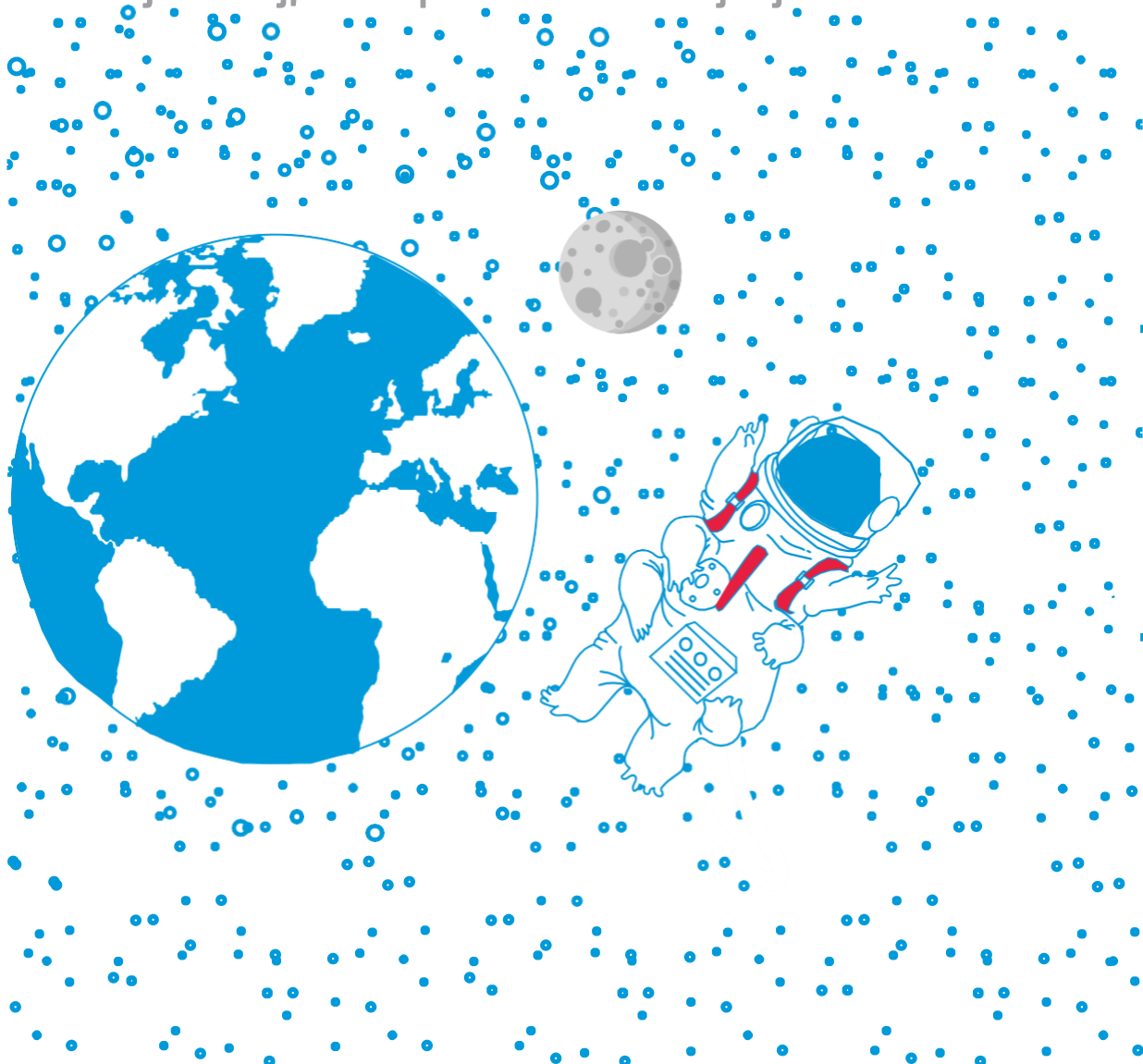
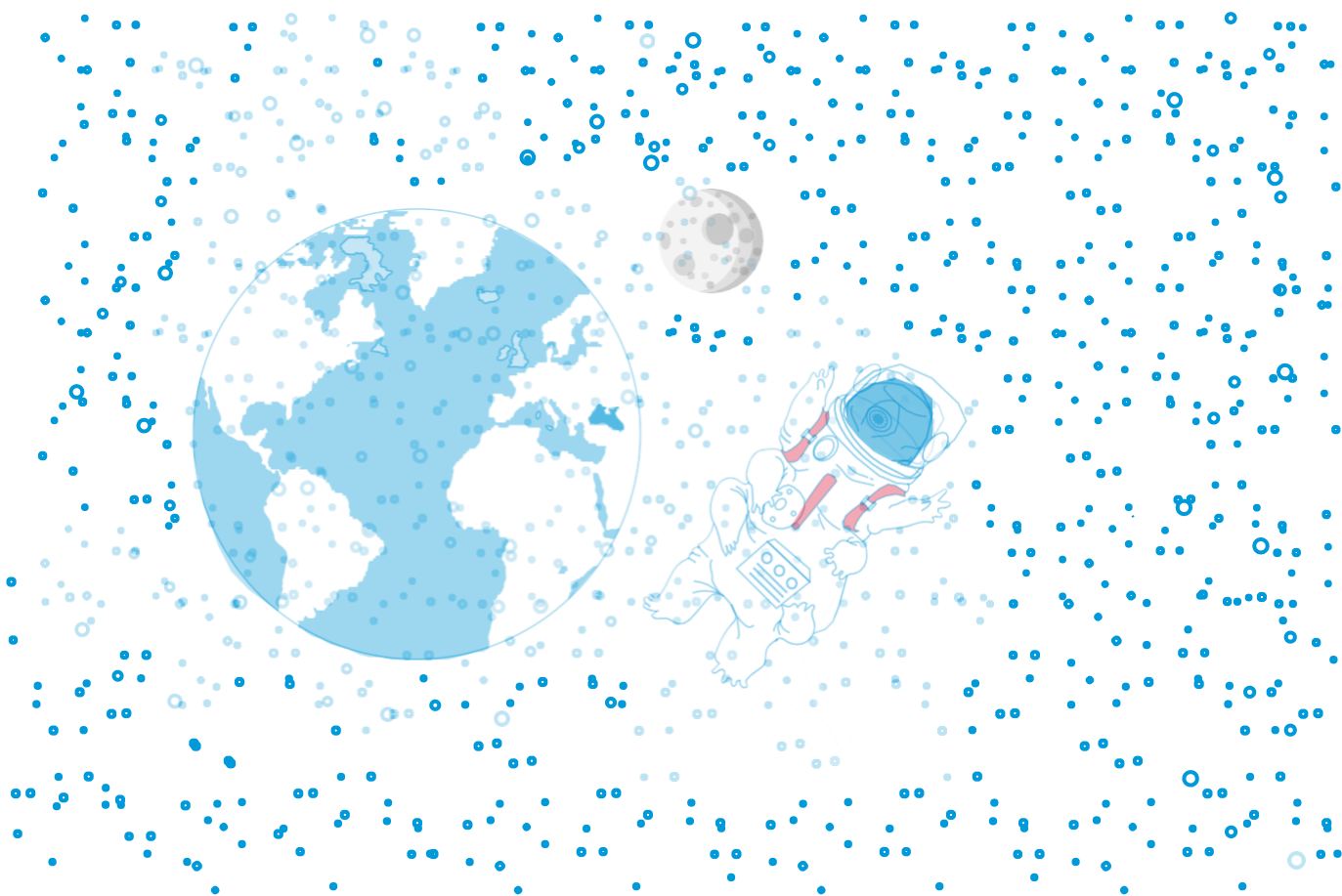


učenje z vesoljem

→ LAHKO ŽIVA BITJA PREŽIVIJO V TUJIH OKOLJIH?

Določanje okolij, ki so primerna za žuljenje





Vodnik za učitelje

Pregled

stran 3

Uvod

stran 4

Zgodovina

stran 6

Dejavnost: Življenje v
vesolju?

stran 8

stran 10

Povezave

stran 11

Priloga

učenje z vesoljem – lahko živa bitja preživijo v tujih okoljih? | B09
www.esa.int/education

ESA Education Office bo vesela povratnih informacij in komentarjev
teachers@esa.int

Izdelek ESA Education v sodelovanju z ESERO Poland
Copyright 2019 © European Space Agency

→ LAHKO ŽIVA BITJA PREŽIVIJO V TUJIH OKOLJIH?

Lahko živa bitja preživijo v tujih okoljih?

Hitra dejstva

Predmet: Biologija

Starostni razpon: 13–16 let

Tip: dejavnost za učence

Zahtevnost: srednja

Strošek: nizek (0–10 evrov)

Potreben čas za izvedbo dejavnosti: 1 ura

Lokacija: učilnica

Potrebno: internet, knjige, knjižnica

Ključne besede: biologija, sončni sistem, planeti, lune, ekstremofili, abiotski dejavnih, iskanje življenja

Kratek opis

V tej dejavnosti bodo učenci razmislili, če bi lahko življenjske oblike, ki jih najdemo v ekstremnih okoljih na Zemlji, preživele drugje v sončnem sistemu. Učenci bodo pregledali značilnosti različnih lokacij v sončnem sistemu. Nato bodo uporabili kartice z dejstvi o nekaterih ekstremofilih in domnevali, kateri bi lahko preživel v različnih izvenzemeljskih okoljih.

Učni cilji

- Kdo/kaj so ekstremofili.
- Upoštevanje ekološke tolerance.
- Upoštevanje abiotskih dejavnikov, ki vplivajo na prilagajanje in preživetje oblik življenja.
- Učenje o okoljskih pogojih različnih predmetov v sončnem sistemu.
- Ugotovitev, da spremembe okoljskih pogojev vplivajo na razvoj živih organizmov.

→ Uvod

Več znanstvenikov opazuje Zemljo, več oblik življenja najdejo. Življenje na Zemlji se je prilagodilo izrednim življenjskim pogojem, tudi takšnim, ki se ljudem zdijo neprijazni. Življenje lahko obstaja v zelo presenetljivih krajih. Našli so ga v poroznih skalah na Antarktiki, v ognjeniških toplih vreclih in celo v vročih gejzirjih na dnu oceana.



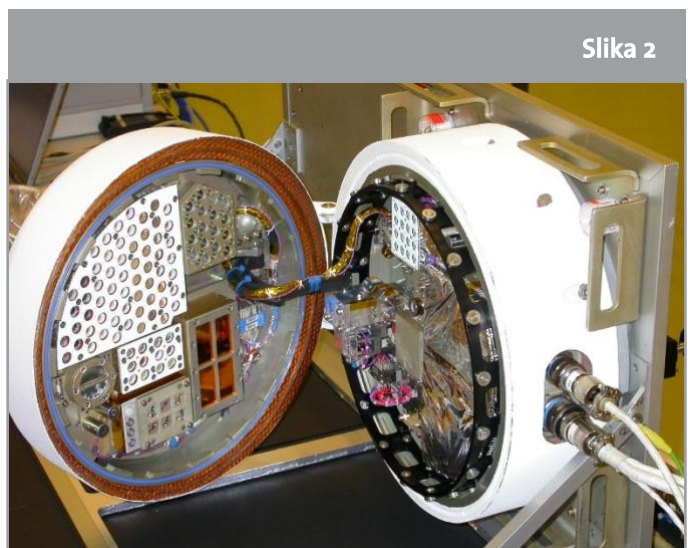
↑ Z leve proti desni: Porozne skale, Antarktiki; vulkanski topli vrelec v naravnem parku Yellowstone, ZDA; Hidrotermalni vrelec, Marijanski jarek.

Organizmi, ki živijo v teh in drugih ekstremnih okoljih, se skupaj imenujejo **ekstremofili**. To so enocelični ali večcelični organizmi, ki energijo pogosto pridobivajo s katalizacijo kemijskih reakcij iz različnih virov, ki jih najdejo v svojih okoljih.

Različne vrste se z evolucijskimi spremembami prilagodijo okolju, v katerem živijo (oziroma so se tja prisiljene preseliti). Zemlja ima značilne podnebne pasove, območja kopnega in morja ter različne nadmorske višine. Te razlike so povzročile specifično porazdelitev skupin organizmov na Zemlji. Trenutno je Zemlja edini znani poseljeni kraj v vesolju. Dokazov o življenju kjer koli drugje v sončnem sistemu še nismo odkrili. Trenutno iskanje življenja raziskuje morebitna okolja, v katerih se je življenje morda lahko razvilo (oziroma je to bilo možno v preteklosti).

Dejavnost v tem viru bo učence spodbudila k razmišljanju, kakšno bi lahko bilo življenje drugje kot na Zemlji, če bi ga odkrili. Učenci bodo kot primere uporabili ekstremofile na Zemlji in domnevali, katera okolja drugje v sončnem sistemu bi lahko bila primerna za življenje. Poleg tega bodo upoštevali posledice iskanja (in morda odkritja) izvenzemeljskih življenjskih oblik.

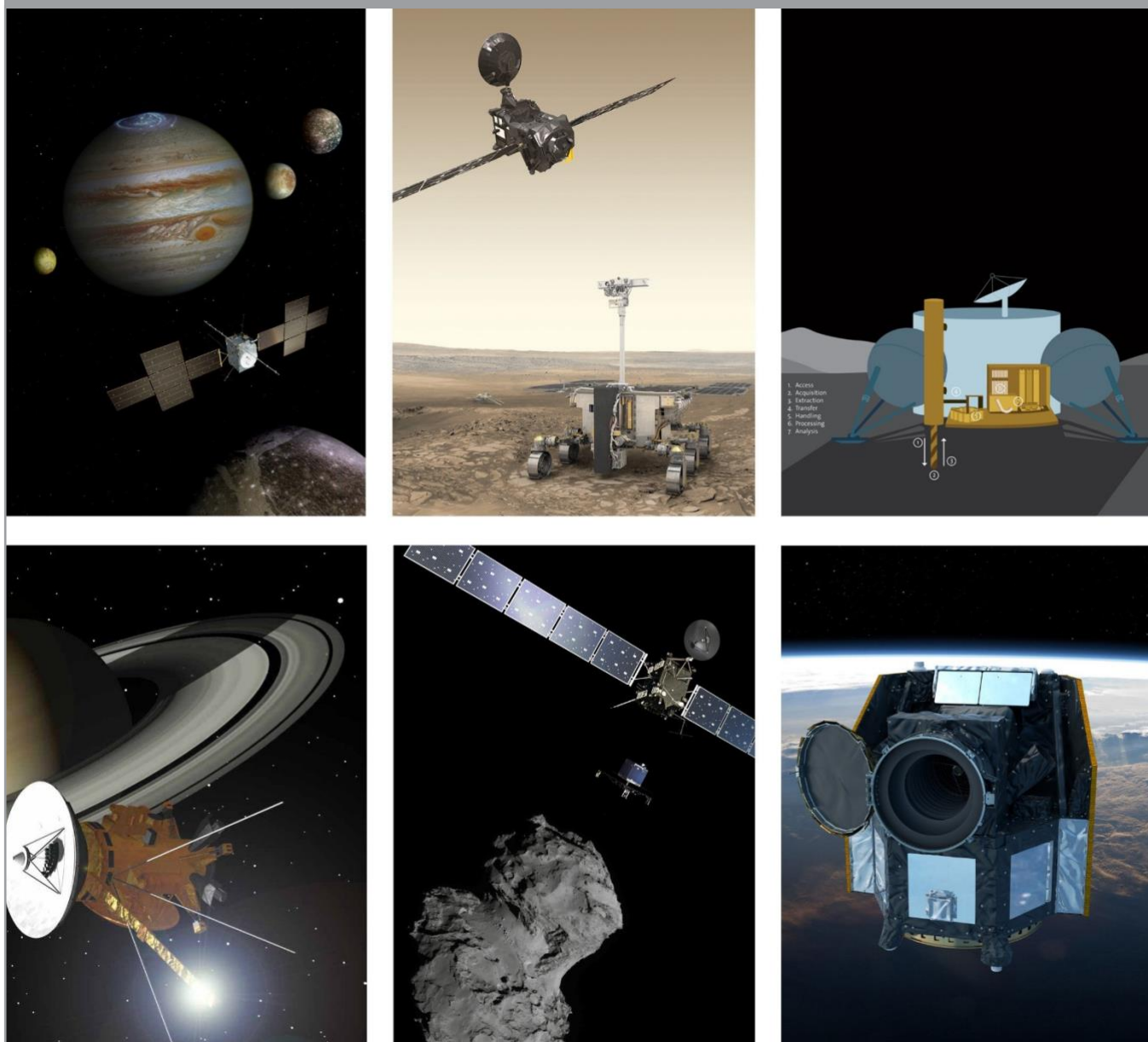
Znanstveniki izvajajo različne poskuse, da bi približno razumeli omejitve, ki vladajo živim organizmom. Te raziskave vključujejo izpostavljenost organizmov ostrim pogojem v vesolju. Počasniki (organizmi, ki so znani tudi kot medvedki) so bili v sklopu ESA odprave Biopan 6 izpostavljeni vakuumu in ekstremnim spremembam temperature v vesolju, kjer so želeli preskusiti njihovo vzdržljivost v takih pogojih. Druge raziskave ugotavljajo, kako okolje na orbiti Mednarodne vesoljske postaje vpliva na žive organizme (ne da bi jih izpostavili vakuumu). Primer so raziskave o rasti korenin rastlin brez prevladujočega vektorja pospeška teže, ki lahko pomagajo pri razumevanju vedenja rastlin na Zemlji.



↑ Instrument odprave Biopan na zunanji strani kapsule Foton.

Več odprav Evropske vesoljske agencije je in bo preiskovalo izvenzemeljska okolja, ki bi lahko omogočala življenje. Med njimi je odprava Cassini-Huygens v sistem Saturna, odprava Rosetta na komet 67/P; ExoMars, ki je odprava v dveh delih in vključuje satelit ter roverja na rdečem planetu; JUICE, ki bo raziskoval Jupiter in njegove tri največje lune; ter prihodnje odprave na Luno, kot je Luna-27, ki bo iskala sledi, s katerimi bodo znanstveniki skušali razumeti izvor življenja. To vključuje tudi odpravi CHEOPS in PLATO, ki bosta raziskovali območje zvezdnih sistemov s planeti izven našega sončnega sistema.

Slika 3



↑ Umetniški vtisi z leve proti desni: (Zgoraj) odprava JUICE na Jupiter, rover ExoMars na Marsu, komplet instrumentov PROSPECT odprave Luna-27 na Luno. (Spodaj) odprava Cassini-Huygens med približevanjem Saturnu, Rosetta in Philae pri kometu 67/P, odprava CHEOPS v orbiti nad Zemljo.

→ Ozadje

Ekstremofili

Ekstremofil je organizem, ki uspeva v fizično ali geokemijsko ekstremnih pogojih, ki so za večino življenja na Zemlji pogubni. Ekstremofili vključujejo kisloljubne in slanoljubne organizme ter tiste, ki lahko obstajajo pri izredno visokih in nizkih temperaturah. Nekateri ekstremofili lahko vzdržijo izredno visok pritisk, tudi do 350-krat več od zračnega tlaka na morski gladini.

Organizmi, ki lahko živijo v vreli vodi, so znani kot hipertermofili. Sestavljajo še posebej pomembno vejo ekstremofilov, saj so predvidoma med najstarejšimi vrstami, ki živijo na Zemlji. Nekateri znanstveniki verjamejo, da se je življenje pričelo v okoljih z zelo visoko temperaturo, morda v vročih gejzirjih na oceanskih tleh, ki so znani tudi kot črni dimniki. Pregled nekaterih različnih vrst ekstremofilov je predstavljen v tabeli 1.

Pregled različnih vrst ekstremofilov		Tabela 1
Ekstremofil	Značilnost	
Kisloljuben	Uspeva v močno kislih okoljih, kjer je pH nižji od 3	
Alkaloljuben	Uspeva v močno alkalnih okoljih, kjer je pH nad 9.	
Anaeroben	Za rast potrebuje malo oziroma skoraj nič zraka.	
Slanoljuben	Za rast potrebuje visoke vsebnosti soli.	
Hipertermofil	Uspeva pri temperaturah med 100 °C in približno 130 °C.	
Hipoliten	Živi pod skalami v hladnih puščavah	
Odporen na kovine	Preživi v okoljih z visoko vsebnostjo raztopljenih težkih kovin.	
Oligotrofen	Raste v okoljih z nizko vsebnostjo hranil.	
Ozmofil	Lahko raste v okoljih z visoko koncentracijo sladkorja.	
Piezofil (barofil)	Živi v okoljih z visokim pritiskom.	
Psihrofil	Uspeva v okoljih z nizko temperaturo, pod -15°C.	
Radiorezistenčen	Odporen na visoke odmerke sevanja.	
Termofil	Uspeva v okoljih z visoko temperaturo, med 40°C in 100°C.	
Kserofil	Lahko raste v zelo suhih pogojih.	

Življenje v sončnem sistemu

Raziskovanje okolij v sončnem sistemu, kjer bi lahko obstajalo življenje, se zanaša na podatke, ki smo jih pridobili z zajemanjem slik in spektroskopijo atmosfer oziroma površin objektov, ki nas zanimajo (planeti, lune, kometi, asteroidi).

Med iskanjem življenja izven Zemlje morajo znanstveniki upoštevati nekaj domnev o tem, kaj se dejansko smatra kot uspeh pri iskanju življenja (ali značilnih namigov za življenje). Prva od teh domnev je, da iščemo mikroorganizme oziroma sledi njihovega obstoja v preteklosti. Možnosti, da najdemo primitivne organizme, so mnogo večje, kot pri iskanju naprednih vrst. Samo predstavljajte si; čeprav je Zemlja stara 4,5 milijarde let, so se vrste, ki jim pravimo neprimitivne, pojavile šele pred 0,5 milijarde let. Pred tem so na Zemlji živel le mikroorganizmi. Naslednja domneva je, da iščemo (pretežno) življenje v vodi. Ta pogoj skrči seznam morebitnih lokacij z življenjem na tako imenovano »bivalno območje« okoli zvezde, kjer je voda lahko prisotna v tekočem stanju (ni prevroče niti prehladno za obstoj življenja, kot ga poznamo, zračni pritisk pa je primeren).

Analogna okolja



Slika 4

↑ Blood falls v suhih dolinah Antarktike – z železom bogati izlivi pod ledenikom.

Suhe doline Antarktike (slika 4) se smatrajo kot okolje na Zemlji, ki je najbolj podobno Marsu. Ima številne lastnosti, ki jih je imel Mars v preteklosti in jih ima še zdaj. Zato lahko služijo kot približek zunajlenski okolju na Marsu.

Drugi analogni primer okolja na Marsu, ki se popolnoma razlikuje od Antarktike, je reka Rio Tinto v Španiji (slika 4). Predstavlja rečni sistem krvavo rdeče barve z visoko stopnjo kislosti. Skale, ki tvorijo bregove, vsebujejo velike količine železa. To okolje po mnenju nekaterih spominja na prastari rečni kanal na Marsu, ko je ta še imel atmosfero. Zato so znanstveniki mnenja, da reka posnema pogoje, ki so potrebni za nastanek specifičnih mineralov (npr. jarozita), ki so jih odkrili na Marsu. Jarozit za nastanek potrebuje kislel in z železom bogati sistem.



Slika 4

↑ »Rdeča reka« – Rio Tinto v Španiji.

→ Dejavnost: Življenje v vesolju?

V tej dejavnosti bodo učenci razmislili, katere abiotske dejavnike bodo preučili pri iskanju življenja izven Zemlje, nato bodo pregledali značilnosti različnih okolij v osončju. Nadalje bodo spoznali ekstremofile in podali domneve, kateri od njih bi lahko morda preživeli na drugih telesih v osončju, ki so jih preučili.

Oprema:

- Kartice z informacijami v prilogi 1 in 2, en komplet za vsako skupino.

Vaja

Učencem predstavite idejo, da se lahko različne oblike življenja prilagodijo in preživijo v različnih okoljskih pogojih in da na to vplivajo številni abiotski dejavniki.

Kaj pa glede nezemeljskega življenja? Do zdaj še nismo našli dokazov o življenju izven Zemlje, a znanstveniki jih iščejo. Vprašanje je, kaj iščejo in kje naj iščejo?

Z učenci se pogovorite, katere najbolj zanimive abiotske dejavnike bi lahko odkrili na lunah ali na drugih planetih v osončju, če bi jih preučevali z namenom iskanja življenja.

Učenci lahko navedejo predloge, kot so kisik, voda, temperatura, sevanje, atmosfera. V parih (ali majhnih skupinah) naj si ogledajo komplet kartic z informacijami o osončju (priloga 1) in se pogovorijo o tem, kaj vedo o krajih na slikah. Učenci naj nato preučijo okoljske pogoje vsakega kraja. Parametri so na voljo v tabeli 2.

Značilnosti teles v osončju, ki jih preučijo učenci						Tabela 2
Telo	Temperatura na površju (°C)	Zračni tlak (Pa)	Atmosferski plini	Izpostavljenost sevanju	Magnetna polje?	Težnostni pospešek (ms ⁻²)
Merkur	-180 do +430	10 ⁻⁷	Tanka atmosfera, ki vsebuje: vodik, helij, kisik, vodno paro.	Visoka	Da	3,7
Venera	470	9,3 x 10 ⁶	Ogljikov dioksid, dušik	Nizka	Ne	8,87
Zemlja	-88 do +58	101,3 x 10 ³	Dušik, kisik	Nizka	Da	9,81
Luna	-233 do +123	10 ⁻⁷	Tanka atmosfera, ki vsebuje: helij, argon, natrij, vodik.	Visoka	Ne	1,6
Izven Mednarodne vesoljske postaje	-157 do +120	0	–	Visoka	–	Mikrotežnost
Mars	-153 do +20	600	Ogljikov dioksid, dušik, argon.	Visoka	Ne	3,71
Titan	-179	146,7 x 10 ³	Dušik, metan.	Nizka	Ne	1,35
Enkelad	-201	–	–	Visoka	Ne	0,113

Nekatera od teh okolij v osončju se v primerjavi z večino okolij na Zemlji zdijo zelo sovražna. Učence vprašajte, če poznajo okolja/lokacije na Zemlji s podobnimi pogoji. Predlogi lahko vključujejo: puščave, Arktiko/Antarktiko, vroče kisle vrele, vulkane, globine oceana.

Nekatere oblike življenja na Zemlji so odkrili v ekstremnih okoljih, za katere so nekoč mislili, da v njih življenje ni možno. Te oblike življenja so se prilagodile, da lahko prenašajo ostre pogoje. Katere vrste organizmov so to?

Predstavite ekstremofile. Vsakemu paru (ali majhni skupini) dajte komplet kartic z informacijami o ekstremofilih (priloga 2). Učenci naj navedejo, kateri ekstremofili bi lahko preživel v vsakem od okolij v osončju, ki so opisana na karticah. Učenci lahko preučijo tudi druge vrste ekstremofilov ter jih dodajo svoji hipotezi.

Z učenci se pogovorite o njihovih idejah glede življenjskih oblik, ki bi lahko preživele na vsaki lokaciji v osončju. Svojo izbiro naj upravičijo s trdnimi argumenti na podlagi informacij, ki so jih prejeli ali preučili.

Razprava

Učencem je potrebno pojasniti, da dokazov o življenju izven Zemlje (vključno z ekstremofili) še nismo odkrili. Odkrivanje življenja v ekstremnih okoljih na Zemlji in razumevanje pogojev, v katerih lahko preživijo, raziskovalcem pomaga iskati življenje drugje v osončju in dlje. Znanstveniki lahko preučujejo tudi okolja na Zemlji, ki si delijo podobnosti z okolji v drugih krajih našega osončja, npr. na Marsu.

Čeprav življenje izven Zemlje še ni bilo odkrito – kaj bi morali storiti, če življenje dejansko odkrijemo? Kaj je po mnenju učencev verjetneje – da najdemo inteligentno življenje ali preproste mikroorganizme? In na katera mesta (planete ali lune) bi se znanstveniki morali osredotočiti pri iskanju?

Čeprav ekstremofili svojo energijo pridobivajo iz zelo različnih kemijskih procesov, vsi potrebujejo vodo in vsebujejo DNK. Morda pa eksotične življenjske oblike v vesolju ne uporabljajo vode oziroma imajo drugačne molekule za prenos informacij in ne DNK. To lahko odkrijejo samo vesoljske odprave. Z učenci se pogovorite o posledicah pošiljanja človeških plovil v taka okolja. Vsaka odprava na druge planete, npr. na Mars, ima zelo stroga pravila glede kontaminacije – pogovorite se, zakaj.

Druga vprašanja, o katerih se lahko pogovorite z učenci, so:

- Je tekoča voda nujna za razvoj življenja?
- Menite, da obstaja izvenzemeljsko življenje, ki za shranjevanje podatkov ne uporablja DNK?
- Bi se kaj spremenilo, če odkrijemo življenje izven Zemlje?

Ta pogovor z učenci lahko razširite z vprašanjem, katere parametre je potrebno izpolnjevati, da se nekaj smatra kot živo (npr: zgrajeno iz celic, pridobivanje in poraba energije, rast in razvoj, razmnoževanje, odzivanje na okolje, prilagajanje okolju).

→ Povezave

Viri ESA

Viri ESA esa.int/Education/Classroom_resources

Vesoljski projekti ESA

Mednarodna vesoljska postaja

esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/International_Space_Station

Cassini-Huygens esa.int/Our_Activities/Space_Science/Cassini-Huygens

Rosetta esa.int/Our_Activities/Space_Science/Rosetta

ExoMars sci.esa.int/mars

CHEOPS sci.esa.int/cheops

PLATO sci.esa.int/plato

JUICE sci.esa.int/juice

Komplet instrumentov PROSPECT na odpravi Luna-27
exploration.esa.int/moon/59102-about-prospect

Dodatne informacije

Raziskave o eksobiologiji na Mednarodni vesoljski postaji (vključno z videoposnetkom) esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/Research/Exobiology

Eksobiologija in vesoljske odprave (videoposnetek)
esa.int/spaceinvideos/Videos/2015/07/Sentinel-2_an_introduction

Planetarna zaščita
esa.int/Our_Activities/Space_Science/ExoMars/Planetary_protection

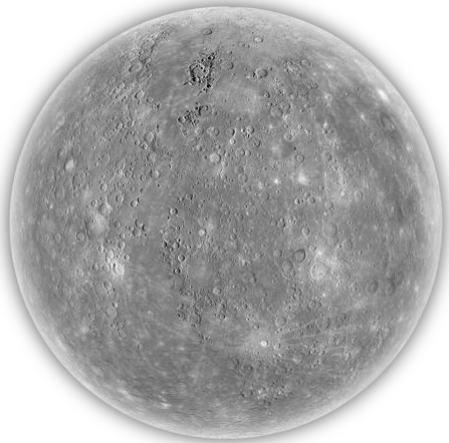
Analogne planetarne razmere
esamultimedia.esa.int/docs/gsp/The_Catalogue_of_Planetary_Analogues.pdf

Življenje v ekstremnih pogojih sci.esa.int/home/30550-life-in-extreme-conditions

Razumevanje izvora življenja lunarexploration.esa.int/#/library?a=284

→ Priloga 1: Kartice z informacijami o osončju

Merkur



Temperatura na površju: -180 °C do 430 °C
Zračni tlak: 10^{-7} Pa
Sestava ozračja: tanka atmosfera, ki vsebuje: vodik, helij, kisik, vodno paro.
Sevanje: visoko
Magnetno polje: da
Težnostni pospešek: $3,7 \text{ ms}^{-2}$
Dodatne informacije: kljub visokim temperaturam na planetu podnevi je globoko v kraterjih na polih morda dovolj hladno za prisotnost ledu.

Mars



Temperatura na površju: -153 °C do 20 °C
Zračni tlak: 600 Pa
Sestava ozračja: ogljikov dioksid, dušik, argon
Sevanje: visoko
Magnetno polje: ne
Težnostni pospešek: $3,7 \text{ ms}^{-2}$
Dodatne informacije: ima led na polih, v regiji južnega pola je bil pod sloji ledu in prahu odkrit bazen tekoče vode.

Venera



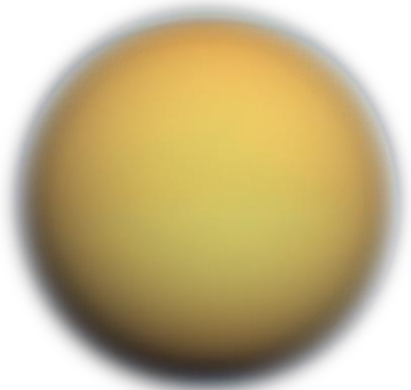
Temperatura na površju: 470 °C
Zračni tlak: 9,3 MPa
Sestava ozračja: ogljikov dioksid, dušik
Sevanje: nizko
Magnetno polje: ne
Težnostni pospešek: $8,87 \text{ ms}^{-2}$
Dodatne informacije: ima strupeno in težko atmosfero, ki jo skoraj v celoti sestavlja ogljikov dioksid. Planet obkroža debel sloj oblakov, ki ga v zgornjem delu pretežno sestavljajo majhne kapljice žveplove kisline. Zračni tlak na površini Venere je več kot 90-krat višji kot na Zemlji.

Luna



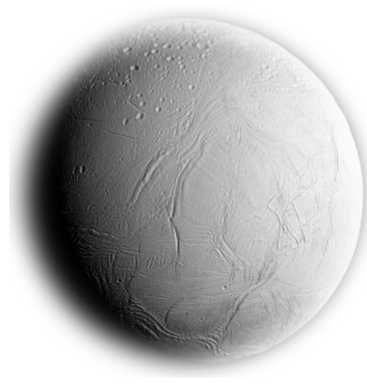
Temperatura na površju: -233 °C do 123 °C
Zračni tlak: 10^{-7} Pa
Sestava ozračja: tanka atmosfera, ki vsebuje: helij, argon, natrij, vodik.
Sevanje: visoko
Magnetno polje: ne
Težnostni pospešek: $1,6 \text{ ms}^{-2}$
Dodatne informacije: tekoča voda na Luni ne more obstajati. Prevladuje pa mnenje, da bi bilo možno najti vodo v ledu v trajno osenčenih kraterjih na Luninih polih, ki je morda ujeta pod površjem.

Titan



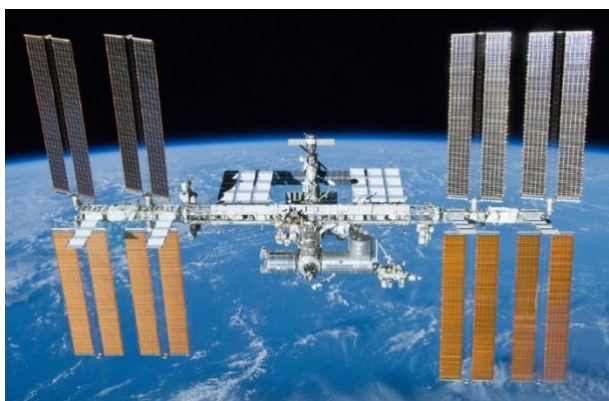
Temperatura na površju: $-179\text{ }^{\circ}\text{C}$
Zračni tlak: 146,7 Pa
Sestava ozračja: dušik, metan
Sevanje: nizko
Magnetno polje: ne
Težnostni pospešek: $1,35\text{ ms}^{-2}$
Dodatne informacije: ima oblake, dež, reke, jezera in morja tekočih ogljikovodikov, kot sta metan in etan. Pod debelo skorjo ledu iz vode bi naj bil tekoči ocean vode.

Enkelad



Temperatura na površju: $-201\text{ }^{\circ}\text{C}$
Zračni tlak: -
Sestava ozračja: -
Sevanje: visoko
Magnetno polje: ne
Težnostni pospešek: $0,113\text{ ms}^{-2}$
Dodatne informacije: naj bi imel hidrotermalne žepe, ki bruhajo z minerali bogato vodo v ocean, ki se nahaja pod ledenim površjem.

Mednarodna vesoljska postaja



Temperatura na površju: $-157\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $120\text{ }^{\circ}\text{C}$
Zračni tlak: -
Sestava ozračja: -
Sevanje: visoko
Magnetno polje: -
Težnostni pospešek: mikrotežnost
Dodatne informacije: Evropska vesoljska agencija je izvedla številne eksperimente na Mednarodni vesoljski postaji ter med drugimi odpravami, kjer so preverjali, ali lahko organizmi preživijo, če so izpostavljeni ostrim pogojem vesolja.

Zemlja

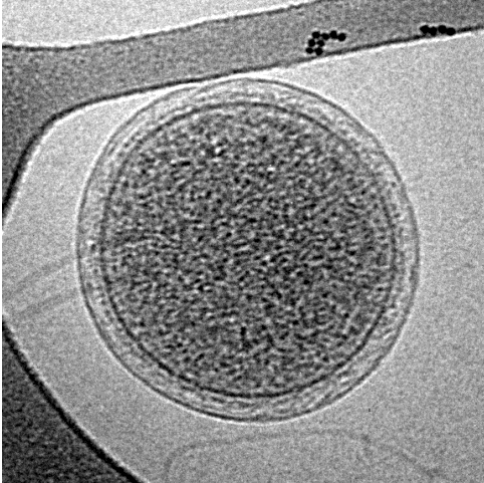


Temperatura na površju: $-88\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $58\text{ }^{\circ}\text{C}$
Zračni tlak: 101,3 kPa
Atmosferski plini: dušik, kisik
Izpostavljenost sevanju: nizka
Magnetno polje: da
Težnostni pospešek: $9,81\text{ ms}^{-2}$
Dodatne informacije: edini planet v osončju, za katerega vemo, da ima življenje in tekočo vodo na površju. Večino Zemljine površine prekriva voda.

→ Priloga 2: Kartice z informacijami o ekstremofilih

Archaeal Richmond Mine acidophilic nanoorganism (ARMAN)

Vrsta ekstremofila: kisloljuben



- Uspeva v kisljih okoljih, kjer je pH med 2 in 6.
- Odkrit na območjih s temperaturami od 10 do 50 °C.
- Najden na Zemlji v kisljih izlivih rudnikov, nastal s prepevanjem s sulfidi bogatih mineralov, na primer v rudniku Richmond v ZDA ter Rio Tinto v Španiji.

Xanthoria elegans

Vrsta ekstremofila: psihofil



- Najdemo ga na številnih lokacijah na Zemlji, a ima najraje hladna okolja, kot so borealni gozdovi antarktičnih regij.
- Letel izven Mednarodne vesoljske postaje za poskus in je dokazano odporen na vakuum vesolja, visoke stopnje sevanja, ekstremne temperaturne spremembe in nizek pritisk.
- Lahko zraste do 5 cm v širino.

Artemia franciscana

Vrsta ekstremofila: psihofil



- Primitivni rak, znan tudi kot »slani rak«.
- Prenaša zelo visoke in nizke ravni soli.
- Njegova jajčeca (znana kot ciste) lahko v suhih pogojih brez kisika preživijo do 2 leti.
- Nahaja se v kopenskih slanih jezerih, kot je Veliko slano jezero v ZDA.
- Ciste so poslali na ESA odpravo Biopan 2, kjer so ugotovili, da lahko preživijo v okolju vakuumu z nizkim pritiskom in pri temperaturah pod lediščem.
- Lahko zraste do 11 mm v dolžino.

Polypedilum vanderplanki

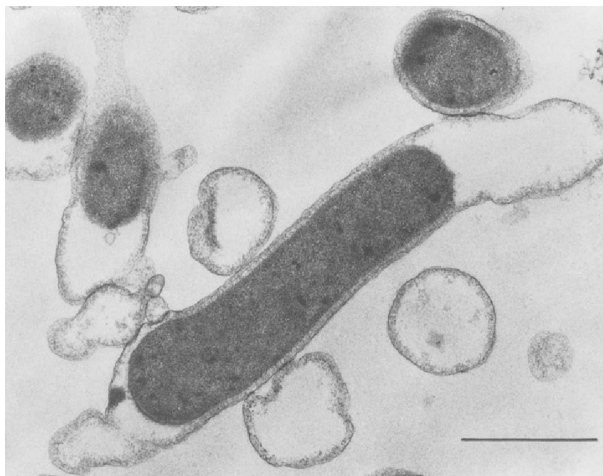
Vrsta ekstremofila: kserofil



- Ličinke tega insekta lahko prenesejo dehidriranost do približno 3 % teže vode (pri ljudeh znaša 33 %). Nahaja se v manjših skalnih bazenih v sušnih delih Afrike.
- Ličinke so bile izpostavljene vesoljskemu okolju med poskusom na Mednarodni vesoljski postaji. Dokazali, da lahko vzdržijo ekstremne temperature, visoke ravni sevanja ter vakuum vesolja.
- Ličinke lahko zrastejo do 7 mm v dolžino.

Thermotoga maritima

Vrsta ekstremofila: hipertermofil



- Anaerobne bakterije, ki uspevajo v vodi s temperaturnim območjem od 50 do 90 °C.
- Najraje ima nevtralni pH.
- Običajno raste tam, kjer so ravni soli nizke.
- Lahko živi in raste brez kisika.
- Nahaja se v vročih in hidrotermalnih vrelih.

Xenophyophore

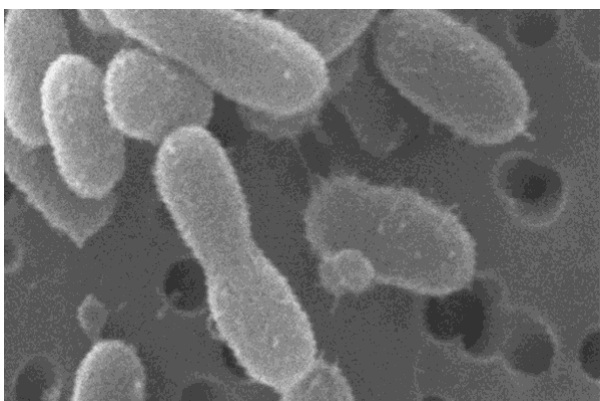
Vrsta ekstremofila: piezofil



- Največji enocelični organizem na Zemlji.
- Večjedrni (ima več kot eno jedro) enocelični organizem.
- Preživi lahko v okoljih z ekstremnim tlakom (1000-kratnik zračnega tlaka).
- Nahaja se na oceanskem dnu po celem svetu.

Chryseobacterium greenlandensis

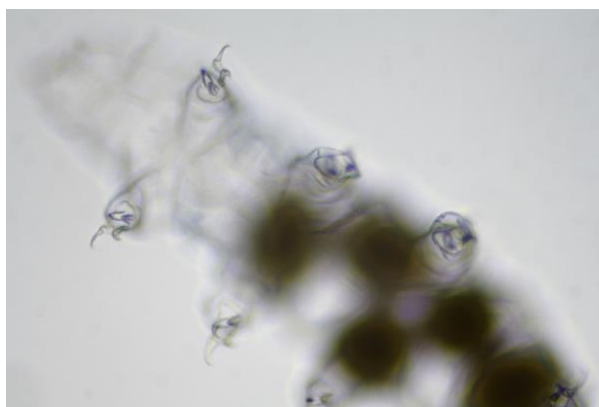
Vrsta ekstremofila: psihrofil



- Izredno majhne bakterije.
- Uspevajo pri temperaturah med 1 °C in 37 °C, a lahko preživijo pri temperaturah, ki so krepko pod lediščem.
- Odporne na nizke temperature, visok tlak in zmanjšano vsebnost kisika.
- Odkrili so jo v 120.000 let starem ledenem jedru, ki so ga dobili približno 3 km pod površjem ledenika na Grenlandiji.

Tardigrade

Vrsta ekstremofila: ne spada med ekstremofile



- Majhne živali, ki jih poznamo tudi kot medvedke.
- Preživijo lahko v ekstremnih pogojih, a se jim ne morejo prilagoditi.
- Preživijo lahko v več ekstremnih okoljih: pri zelo nizkih temperaturah do -200 °C; pri zelo visokih temperaturah do 150 °C; pri velikih odmerkih sevanja; pri zelo visokem pritisku; ter pri daljših obdobjih zelo suhih pogojev.
- Lahko preživi skoraj kjerkoli na Zemlji, a ima raje vlažna okolja, kot je mahovje.
- Poslali so jih na ESA odpravo Biopan-6, kjer so preživeli ostre pogoje v vesolju, ekstremne spremembe temperature, visoko stopnjo sevanja ter nizek pritisk vakuumu.