



ZARONIMO U SVIJET

građanske

znanosti

MANUAL



ZARONIMO U SVIJET

građanske znanosti

MANUAL

Naslov: Zaronimo u svijet građanske znanosti

Autori: Gjino Šutić, u suradnji s: Filip Grgurević, Ana Klarin, Gaspard Berger e Maja Drobne

Godina: 2024

Web adresa publikacije: <https://www.pina.si/en/portfolio/dive-in-2/>

Zaronimo u Svijet Građanske Znanosti © 2024 napisao Gjino Šutić, i suradnici Filip Grgurević, Ana Klarin, Gaspard Berger i Maja Drobne, pod licencom CC BY-NC-SA 4.0. Da biste vidjeli kopiju ove licence, posjetite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Objava ako je besplatna.

Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani

[COBISS.SI-ID 200086531](#)

ISBN 978-961-94054-8-2 (PDF)

Predgovor

Draži čitatelju, tko god ti bio,

drago mi je da te ova knjiga pronašla i nadam se da ćeš se pronaći u njoj.

Sadržaj joj je možda malo neobičan, a takav je i cilj. Zamišljena je kao lagano štivo – teorijski i praktični uvod u svijet eksperimentiranja i otkrivanja, svijeta oko nas i nas samih. Prikladan je za gotovo sve uzraste, iako će možda najviše utjecati na djecu i mlade (od 12 godina naviše).

Svojim narativom i metodologijama nastoji pomoći mladim ljudima da artikuliraju veća pitanja i pronađu način pristupa i odgovora na njih kroz analitičko (dekonstruktivno) i konstruktivno eksperimentiranje. Također se nada potaknuti odrasle da ispituju teme i prakse koje su uglavnom zanemarene i ponekad zaboravljene – to jest, da pronađu svoju unutarnju razigranost (ponovnim) otkrivanjem znanosti i promišljanjem perspektiva o stvarima koje uzimamo zdravo za gotovo. Osim onima koji su otvoreni za malo samostalnog učenja i otkrivanja, knjiga bi mogla poslužiti i kao pomoć u podučavanju mladih osoba koji rade u STEAM-u (znanost, tehnologija, inženjerstvo, umjetnost i matematika), kao i ostalim edukatorima koji žele potaknuti razvoj analitičkih, kritičkih i konstruktivnih vještina razmišljanja kod mladih ljudi. Knjiga nastoji to učiniti ne kao izvor definicija i 'suhog štivo', već sadnjom sjemena ideja iz kojeg raste znatiželja, te teži i poslužiti kao alat za razvoj boljih alata na putu samoučenja i sukreiranja održive budućnosti.

I to bi bila njena temeljna filozofija: nastojati potaknuti građane da se ne podređuju postojećim globalnim izazovima (poput klimatskih promjena, zagađenja okoliša, nejednakosti itd.) i nestimulativnim okruženjima i zajednicama, već da shvate probleme, sudjeluju u reformiranju i izgradnji bolje budućnosti. Ne zaboravi da su građani poput tebe ti koji grade i čine društvo.

Sam sadržaj knjige je napravljen da ga možeš čitati kako god želiš. Slobodno pročitaj knjigu od korice do korice, letimično je prelistaj ili skoči izravno na bilo koje poglavlje koje ti se sviđa. Ima samo jednu stvar koju bi te lijepo zamolio: nemoj samo čitati, a da ne isprobaš praktični dio. Znanje bez primjene ima malo smisla, dok pravo razumijevanje ne dolazi uzimanjem teorije zdravo za gotovo, već dubljim zaranjanjem u temu otvorenih ruku.

Nemoj se bojati pogriješiti ili napraviti nered. Samoučenje proizlazi iz procesa eksperimentiranja, nered je plodno tlo za stvaranje, a pogreške su siguran način da se osigura da krajnji rezultat bude što bolji.

| | | | |
|----|--|--|-----------|
| 08 | 1 UVOD | | |
| 09 | 1.1 Igralište građanske znanosti | | |
| 09 | 1.1.1 Otkrij | | |
| 11 | 1.1.2 Građanska znanost | | |
| 12 | 1.1.3 Uradi-sam (DIY) inženjerstvo | | |
| 15 | 1.2 Zašto građanska znanost u radu s mladima | | |
| 17 | 1.3 Mogućnosti - primjer Hedy Lamarr | | |
| 20 | 2 Uradi-sam prostori za eksperimentiranje/kućni laboratoriji | | |
| 21 | 2.1 Radni prostor | | |
| 22 | 2.2 Sigurnost | | |
| 23 | 2.3 Osnovna oprema | | |
| 23 | 2.3.1 Oprema za mokre laboratorije (biologija i kemija) | | |
| 26 | 2.3.2 Električna i elektronička oprema | | |
| 30 | 3 ISTRAŽUJ | | |
| 31 | 3.1 Otvoreni okoliš, prirodni sustavi i kibernetički pristup | | |
| 33 | 3.2 Uradi-sam studija slučaja - Istraživanje otvorenog okoliša po tvom izboru | | |
| 33 | 3.2.1 Objekt | | |
| 35 | 3.2.2 Okoliš | | |
| 35 | 3.2.2.1 Uvod | | |
| 37 | 3.2.2.2 Upitnik za vođeno in situ istraživanje | | |
| 38 | 3.2.2.3 Eksperiment: Uradi-sam laboratorijski eksperimenti istraživanja sastava tla | | |
| 42 | 3.2.2.4 Eksperiment: Uradi-sam laboratorijska analiza vode | | |
| | 3.2.3 Interakcija | | 44 |
| | 3.2.3.1 Opći promatrački upitnik | | 45 |
| | 3.2.3.2 Eksperiment: Uradi-sam medena zamka (za kukce) i upitnik za promatranje | | 46 |
| | 3.2.3.3 Pokus: Uradi-sam hranilica za ptice i upitnik za promatranje | | 49 |
| | 3.2.3.4 Potraga: Mapiranje prehrambene mreže | | 51 |
| | 4 INŽENJERSTVO (DIZAJNIRAJ I KREIRAJ) | | 52 |
| | 4.1 Zatvoreni sustavi, sistemsko razmišljanje i dizajn | | 53 |
| | 4.2 DIY mikrokozmos | | 53 |
| | 4.2.1 Upute: Izrada Winogradsky stupca | | 54 |
| | 4.2.2 Upute: Izrada mikrobnog gorivnog članka | | 57 |
| | 5 INOVACIJA | | 60 |
| | 5.1 Dizajniraj svoj STEAM projekt | | 61 |



1.1 Igralište građanske znanosti

1.1.1 OTKRIJ

U prirodi svako biće, organizam i stanica nastaju bez poznavanja svog okoliša i svojih mehanizama rada; potom žele živjeti, pronaći pozitivne poticaje, gostoljubivo okruženje i smjerove u kojima može rasti. Ovo je nešto o čemu vrijedi razmisliti, zar ne?

Mogli bismo reći da najvažniji alati za ispunjenje dolaze u obliku:

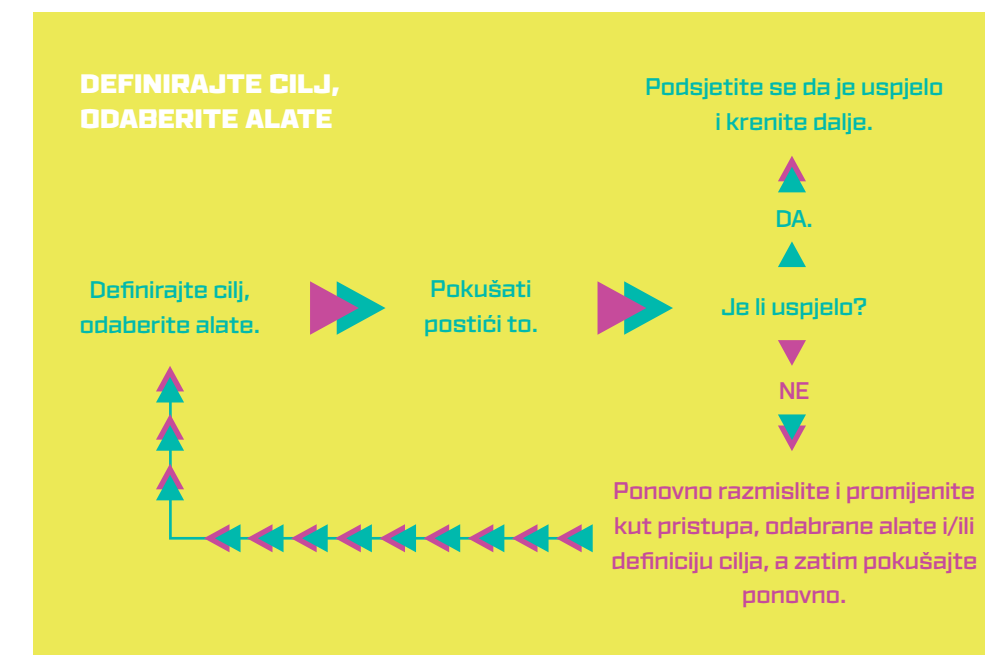
- ⊕ sposobnost i vještina istraživanja te analize okoliša, kakav god on bio (u potrazi za gostoljubivim i stimulativnim uvjetima)
- ⊕ sposobnost kritičke usporedbe pronađenog, odabira ono najboljeg i izbjegavanja negativnog

- ⊕ sposobnost da maksimalno iskoristi ono što ima na raspolaganju (za izgradnju i rast)

Znanost i inženjerstvo nisu ništa više od ljudskih manifestacija tih fenomena. Oni su evoluirali u oblik koji se može dijeliti s drugima, što nam omogućuje nam da nastavimo graditi i usavršavati te da postignemo više kao pojedinci i kao ljudski kolektiv.

Prirodni, urođeni način bavljenja znanostu i inženjeringom duboko je ugrađen u svima nama kao temeljna metoda eksperimentiranja: pokušaj i pogreška.

Ako pojednostavimo ovaj proces, možemo vidjeti da je ukorijenjen u najprirodnijim i najosnovnijim mehanizmima kontrole koji se nalaze u svim samokontrolirajućim živim sustavima, i rekreirani su kroz inženjerstvo u svim umjetnim automatskim sustavima upravljanja – kao nešto što se zove 'petlja povratne informacije' u znanost kibernetike.



FEEDBACK LOOP.



Ovaj se proces oslanja na vraćanje proizvedene informacije natrag u sebe, učeći iz svojih pokušaja i pogrešaka, kako bi se proizveli željeni rezultati.

Ali najprije, vratimo se i pokušajmo shvatiti što je znanost općenito.

Većina rječnika bi rekla da je **znanost** sustavan i metodičan pristup razumijevanju prirodnog svijeta kroz promatranje, eksperimentiranje i formuliranje provjerljivih objašnjenja ili teorija. Predstavlja sustavan način stjecanja znanja, organiziranja informacija i predviđanja o svijetu te objektima, subjektima i pojavama u njemu.

U svojoj srži, znanost kao disciplina temelji se na načelima empirizma (ideja da svako učenje može proizaći samo iz iskustva i promatranja) i praksi objektivnosti. Objektivnost pristupa proučavanju svijeta s nepristranim načinom razmišljanja, nastojeći otkriti istinu temeljenu na dokazima, a ne na osobnim uvjerenjima ili mišljenjima.

Ovo je točno objašnjenje, ali je malo dosadno, zar ne? Ono što ne sadrži je bilo kakav **osjećaj iskre i poticaja za znanost**. Zašto bismo trebali imati ikakve veze sa znanosti i uopće razmišljati o njoj? Pa, odgovor je da je esencija znanosti ugrađena u sve nas kao prirodni princip – jedan od urođenih mehanizama istraživanja i razumijevanja, iako toga možda nismo svjesni. Mogli bismo reći da je znanost alat s kojim se rađamo i da o nama ovisi hoćemo li ga koristiti i razvijati. Budući da bismo mogli reći da je znanost (kao alat) u svima nama, ne čudi da se mnogi ljudi bave znanosti.

Neki ljudi se specijaliziraju za bavljenje znanosti. Ovi **profesionalni znanstvenici** koriste različite metode i procese za istraživanje i razumijevanje prirodnog svijeta i to im je posao.

Neki se ljudi nastoje baviti znanosti neprofesionalno – možda zbog osobnog razvoja ili kao način konstruktivnog provođenja slobodnog vremena. Ovo su **građanski znanstvenici**.

Iz ovoga možemo skuhati širu definiciju znanstvenika kao pojedinca koji se bavi znanosti i slijedi znanstvenu metodologiju.

Znanstvena metodologija obično se sastoji od sljedećih elemenata:

- ⊕ **ROMATRANJE**
znanstvenici promatraju pojave u svijetu, bilježe obrasce, ponašanja i događaje.
- ⊕ **PITANJE**
Na temelju svojih opažanja, znanstvenici formuliraju pitanja koja nastoje objasniti ili razumjeti fenomene koje su promatrali.
- ⊕ **HIPOTEZA (TEORIJSKA IDEJA VJEROJATNOG ZAKLJUČKA)**
znanstvenici predlažu teorijska, neprovjerena objašnjenja ili hipoteze koje se mogu testirati daljnjim istraživanjem.
- ⊕ **HIPOTEZA**
je predloženo objašnjenje koje se može poduprijeti ili opovrgnuti provjerljivim i mjerljivim dokazima.
- ⊕ **EKSPERIMENTIRANJE**
znanstvenici dizajniraju i provode eksperimente kako bi testirali svoje hipoteze. Eksperimenti uključuju manipuliranje varijablama i mjerenje ishoda kako bi se utvrdile uzročno-posljedične veze.
- ⊕ **PRIKUPLJANJE I ANALIZA PODATAKA**
znanstvenici prikupljaju relevantne podatke tijekom eksperimenata ili na druge načine. Zatim analiziraju podatke pomoću statističkih metoda i drugih tehnika kako bi izvukli značajne zaključke.
- ⊕ **ZAKLJUČAK**
Na temelju analize podataka znanstvenici donose zaključke o valjanosti svojih hipoteza. Ako podaci podupiru hipotezu, oni mogu postati teorija ili dobro utemeljeno objašnjenje. Ako podaci ne podržavaju hipotezu, znanstvenici je mogu modificirati ili odbaciti, a zatim nastaviti razvijati nove hipoteze za daljnje istraživanje.

Ovi elementi profesionalne znanosti obično slijede navedeni redoslijed – ali ne uvijek. Ponekad pitanja ne dolaze izravno iz predmeta u fokusu ili dotične domene znanosti, već kroz nadahnuće – uočavanje mogućih sličnosti ili traženje veza s drugim objektima i domenama. **Povezivanje (korelacija)** i usporedba usporedivog i neusporedivog stoga su važni procesi.

Postoji izreka: 'Ne treba uspoređivati jabuke i kruške'. Ali to jednostavno nije istina. Uspoređujući jabuke i kruške, možemo otkriti više o objema voćkama nego uspoređujući jabuke s jabukama, kruške s kruškama. Važno je korelirati – i razviti vještine korelacije.

Važno je znati da pitanja, nova znanja i ideje za eksperimente ponekad možemo pronaći i u čistim podacima – primjerice u hibridnom polju podatkovne znanosti, koje predstavlja jednu od najnovijih grana na stablu znanstvenih domena.

Uz dobre metodologije učenja, znanost nas uči i **samom znanju**. Uči nas da ne uzimamo znanje (i stvari) zdravo za gotovo, budući da znanje smatra dinamičnim i podložnim promjenama i reviziji kada se pojave novi dokazi. Ovaj proces samoispripravljanja i usavršavanja pridonosi kumulativnom napretku znanstvenog razumijevanja tijekom vremena i rastu samog tijela ljudskog znanja.

Znanost dijeli još jednu zanimljivu karakteristiku sa živim organizmima time što je **organska**. Znanost obuhvaća širok raspon disciplina (uključujući fiziku, kemiju, biologiju, astronomiju, geologiju, psihologiju i mnoge druge), koje rastu i granaju se poput živog stabla. Svako polje znanosti ima svoje specifične metodologije i područja fokusa, ali svima je zajednička predanost sustavnom proučavanju svijeta i onoga što on sadrži, te želja da se otkriju i objasne temeljni principi i procesi.

U konačnici, znanost je moćno oruđe za ljudski napredak, poticanje inovacija, tehnološki napredak i dublje

razumijevanje svemira i našeg mjesta u njemu. Pruža pouzdan okvir utemeljen na dokazima za istraživanje i objašnjavanje fenomena koji oblikuju naš svijet.

1.1.2 GRAĐANSKA ZNANOST

Kao što smo prethodno istaknuli, postoje ljudi koji se odluče baviti znanosti u neprofesionalnom svojstvu i/ili uključiti se u proces stručne znanosti kao građani. Kao grupa, oni čine tijelo građanske znanosti.

Građanska znanost, također poznata kao znanost zajednice ili sudjelovanje javnosti u znanstvenom istraživanju, suradnički je pristup profesionalnom znanstvenom istraživanju ili hobističkoj praksi u kojoj članovi opće javnosti (građani koji nisu akademski obrazovani u znanosti) aktivno doprinose projektima znanstvenog istraživanja. Može uključivati angažiranje neprofesionalnih znanstvenika u različitim fazama znanstvenog procesa, uključujući prikupljanje podataka, izradu hipoteza, eksperimentiranje, analizu, interpretaciju podataka i donošenje zaključaka. Povremeno, takvi neakademski obrazovani pojedinci mogu, ako su se dovoljno razvili kroz samoučenje i znanstveno eksperimentiranje, proizvesti znanstvena istraživanja koja su po kvaliteti usporediva s radom profesionalaca – pa čak i otići korak dalje u prave (patentirane) izume. Možda bi najsajjniji primjer idealnog građanina znanstvenika, inovatora i izumitelja bila Hedy Lamarr, sa svojim impresivnim opusom rada u raznim područjima znanosti, ili vječni genij Leonardo da Vinci, koji je pomogao postaviti temelje nekoliko područja znanosti kroz samoučenje eksperimentiranjem.

Koncept građanske znanosti temelji se na uvjerenju da znanstveno istraživanje ne bi trebalo biti ograničeno na područje profesionalnih znanstvenika i istraživača. Umjesto toga, priznaje da pojedinci iz različitih sredina i s različitim razinama stručnosti mogu dati vrijedan doprinos znanstvenom znanju i razumijevanju.

Ne smijemo zaboraviti da nijedan otac ili majka neke znanstvene discipline nije for-

Ne treba uspoređivati jabuke i kruške

malno obrazovan u toj disciplini – jednostavno na temelju činjenice da disciplina nije postojala dok se oni nisu pojavili. Dok su rađali polje, bili su građanski znanstvenici u njemu.

Stoga ne čudi da su građanski znanstvenici danas uključeni u gotovo sva područja znanosti – prikupljanje podataka o okolišu, identificiranje vrsta, praćenje populacija ptica, praćenje vremenskih obrazaca, analiza astronomskih slika, analiza kvalitete vode, rješavanje problema savijanja proteina (potrebnih za razvoj rješenja za ciljane i iskorjenjivanje bolesti, kao i stvaranje bioloških inovacija) i tako dalje.

U građanskoj znanosti, kao i u profesionalnoj znanosti, razlikujemo dvije glavne prakse istraživanja i eksperimentiranja: individualno “uradi sam” (DIY) i suradničko “uradi s drugima” (DIWO) eksperimentiranje.

Ovaj proces pomaže povećati napore u prikupljanju podataka, što dovodi do bogatijeg i sveobuhvatnijeg razumijevanja različitih fenomena.

Koncept građanske znanosti temelji se na uvjerenju da znanstveno istraživanje ne bi trebalo biti ograničeno na područje profesionalnih znanstvenika i istraživača.

Građanska znanost također potiče javni angažman u znanosti i promiče znanstvenu pismenost kod građana i zajednica. Aktivnim sudjelovanjem u istraživačkim projektima pojedinci stječu praktično iskustvo i razvijaju dublje razumijevanje znanstvenih procesa i koncepata. Građanska znanost osnažuje ljude da doprinesu važnim društvenim pitanjima i povećava njihovo uvažavanje znanstvenog istraživanja; također može zapravo ojačati veze između znanstvenika, javnosti, kreatora politika i industrije te potaknuti suradnju i dijalog. Profesionalni istraživači imaju koristi od stručnosti i lokalnog znanja građanskih znanstvenika, dok građanski znanstvenici stječu uvid u rad stručne znanstvene zajednice i mogu doprinijeti znanstvenom naporu u stvarnom svijetu.

Posljednjih godina tehnološki je napredak odigrao značajnu ulogu u širenju opsega i utjecaja građanske znanosti. Rasprostranjena dostupnost pametnih telefona, pristupa internetu i platformi za dijeljenje podataka omogućila je sudjelovanje i suradnju građanskih znanstvenika na globalnoj razini.

Sve u svemu, građanska znanost nudi suradnički i uključiv pristup znanstvenom istraživanju, iskorištavajući snagu kolektivne inteligencije i doprinoseći informiranijem i angažiranijem društvu. Kroz različitost individualnih pozadina, građanska znanost ima potencijal za rješavanje složenih znanstvenih i društvenih izazova i za pokretanje značajnih promjena u svijetu.

1.1.3 URADI-SAM (DIY) INŽENJERSTVO

Praktično inženjerstvo koristi znanje za dizajn, stvaranje i konstruiranje opipljivih rezultata; i baš kao što je građanska znanost povezana s profesionalnom znanošću, postoje neke zanimljive kulturne prakse koje se odnose na inženjerska polja. Istaknuti primjeri uključuju kultu-

ru popravka uradi-sam (DIY – Do It Yourself) koju često nalazimo u socijalističkim i komunističkim zemljama. One često nastaju iz nužde, kada su lokalni resursi oskudni. Njihov cilj je uvijek maksimalno iskoristiti oskudne resurse.

Kulture popravka “uradi sam” bile su uobičajene u bivšoj Jugoslaviji (1945. – 1992.) i uvelike su dio društva na današnjoj Kubi. Njihovi pristupi popravku „uradi sam” malo su se razlikovali, bilo da su uključivali kupnju održivih domaćih proizvoda po ekonomičnoj cijeni (npr. artikli od recikliranih i/ili pristupačnih i održivih lokalnih materijala) ili izbjegavanje rasipničke potrošnje i povezanih neodrživih praksi. DIY kultura se prilično ukorijenila u Jugoslaviji, a dalje je njegovana kroz “Sam svoj majstor” i slične časopise, koji su davali praktične detaljne upute o tome kako graditi i popravljati kućanske predmete – pa čak i kako graditi same kuće.

Dok je Kuba slijedila sličan put, ekonomska ograničenja dovela su do toga da je kultura popravka u zemlji postala jedinstvena i prepoznatljiva, s vrlo inovativnim načinima prenamjene predmeta u DIY inženjerstvu i za popravak. Poznato je da je njena estetika postala bitan dio svakodnevnog života.

U svojoj srži, kultura kreatora ili stvaratelja potiče pojedince da postanu aktivni sudionici u procesu stvaranja (i poboljšanja) stvari umjesto da jednostavno budu pasivni potrošači.

Ovi primjeri su zanimljivi u kontekstu relativno nedavnih javnih politika o održivosti, kao što su ciljevi održivog razvoja Ujedinjenih naroda (UN SDGs), koji vide globalne resurse kao ograničene i kao stvari koje moramo njegovati ako želimo udobno živjeti. Ako vas zanima tematika problema nedostatka resursa te odgovorne potrošnje i proizvodnje, važno je spomenuti da je jedan od aktualnih UN SDG

ciljeva upravo ‘Odgovorna potrošnja i proizvodnja’, koja je prepoznata kao globalni izazov koji moramo riješiti kao globalni građani.

Pojavila se relativno nedavno, u 2000-ima, i brzo pridobila pozornost javnosti – kultura stvaratelja (eng. **Maker culture**) kulturni je pokret sličan kulturi popravljivanja i povezana je s građanskom znanošću. Predstavlja društveni pokret koji naglašava DIYprakse i praktično učenje, istraživanje i stvaranje, označava i povezuje globalnu zajednicu pojedinaca koji se bave raznim kreativnim aktivnostima, kao što su projektiranje, izgradnja, eksperimentiranje, izumiteljstvo i izrada prototipova, te često koriste tehnologiju i alate za digitalnu proizvodnju.

U svojoj srži, kultura kreatora ili stvaratelja potiče pojedince da postanu aktivni sudionici u procesu stvaranja (i poboljšanja) stvari umjesto da jednostavno budu pasivni potrošači. Cijeni kreativnost, suradnju i dijeljenje znanja i vještina. Kreatori prihvaćaju otvoren način razmišljanja, žele učiti i eksperimentirati s različitim alatima, materijalima i tehnikama:

⊕ **DIY MENTALITET**

Kreatore pokreće želja da sami stvaraju i grade stvari, tražeći stjecanje vještina i znanja kroz praktično iskustvo.

⊕ **FILIZOFIJA OTVORENOG KODA**

Kreatori se često prilagođavaju, slobodno dijeleći svoje ideje, dizajnovne i projekte s drugima. Oni cijene suradnju i vje-



Sam svoj majstor, prvi broj, 1975.



Make, prvi broj, 2005.

ruju u snagu kolektivne kreativnosti te slobodu znanja i učenja.

⊕ MODERNA TEHNOLOGIJA

Kultura stvaratelja obuhvaća korištenje modernih tehnologija, uključujući 3D pisače, laserske rezalice, mikrokontrolere i robotiku. Ovi alati omogućuju kreatorima da ožive svoje ideje i brzo prototipiraju svoje kreacije.

⊕ INTERDISCIPLINARNI PRISTUP

kultura stvaratelja često potiče miješanje različitih disciplina, okupljajući ljude iz različitih sredina, poput umjetnika, inženjera, dizajnera, programera i hobista, koji razmjenjuju ideje i vještine.

⊕ RJEŠAVANJE PROBLEMA I INOVACIJA

Kreatori se često bave problemima iz stvarnog svijeta, tražeći inovativna i kreativna rješenja. Oni prihvaćaju praktičan, ponavljajući pristup dizajnu i razvoju, učeći iz neuspjeha i prihvaćajući duh eksperimentiranja.

Pokret "makera" imao je značajan utjecaj na obrazovanje. Potaknuo je pomak prema praktičnijim pristupima učenja koji se temelje na projektima i potaknuo razvoj suvremenog STEAM (znanost, tehnologija, inženjerstvo, umjetnost i matematika) obrazovanja dodajući užitke stvaranja, eksperimentiranja te istraživanja svijeta kroz praktičan i suradnički pristup.

Ovdje vrijedi spomenuti događaje "Maker Faire". Riječ je o sajmovima inovacija, kreacije i prakse makera koji kroz interaktivni javni angažman makera pridonose razvoju STEAM-a na lokalnoj i međunarodnoj razini.

Također trebamo spomenuti karakteristike i specifična mjesta za maker kulturu – hakerske i maker prostore (**hackerspaces i makerspaces**) – koji su fizičke lokacije gdje se pojedinci mogu okupiti radi suradnje, dijeljenja resursa i rada na projektima. Uglavnom su otvoreni za javnost i obično pružaju pristup alatima, opremi i zajednici koja ih podržava.

Pokret makera stekao je priznanje u obrazovanju kao način promicanja praktičnog učenja temeljenog na projektima. Makerspaceovi su se počeli pojavljivati u školama, fakultetima i knjižnicama, pružajući učenici priliku za istraživanje STEAM tema i razvijanje praktičnih vještina.

Druga srodna praksa je **biohakiranje**, koje se odnosi na praksu uradi-sam istraživanja u biologiji i biološkom inženjerstvu (biotehnologiji). To je možda jedna od najmlađih i najnaprednijih praksi DIY inženjeringa povezanih sa znanošću i, kao takva, nije dobro definirana u literaturi. Ponekad ovaj pojam različitim ljudima i praktičarima ima potpuno različita značenje. Zajednička filozofija leži filozofiji otvorenog izvora (open source) – što omogućuje slobodan pristup znanju o biologiji i biološkom inženjerstvu, koje često ljubomorno zatvaraju i odvajaju sustavi za akademsko objavljivanje znanstvenih radova (zatvoreni za širu javnost) ili patenti postavljeni na prirodne biološke mehanizme i resurse.

Zajednice biohakera često dijele znanje organiziranjem radionica, predavanja, konferencija, izložbi i sličnih javnih događanja, potičući angažman zajednice te praksu otvorenih vrata.

Mnogi članovi zajednice izrađuju pristupačne DIY alate, poput mikroskopa, za istraživanje biologije, što besplatno (open source) dijele kao znanje sa zajednicom. Obično skupi alati stoga postaju pristupačniji javnosti, pružajući svima (ne samo nekolicini privilegiranih) priliku za učenje.

1.2

Zašto građanska znanost u radu s mladima

Kad asmo odlučili pokrenuti ovaj projekt, znali smo da radimo nešto kontroverzno. Uvođenje građanske znanosti u rad s mladima ključno je za poticanje generacije koja je angažirana, informirana i sposobna doprinijeti globalnim izazovima koje će naslijediti.

Važnost integracije građanske znanosti u rad s mladima može se razumjeti kroz nekoliko dimenzija:

A. OBRAZOVNO BOGAĆIVANJE

Građanska znanost nudi jedinstveno obrazovno iskustvo koje nadopunjuje tradicionalno učenje u učionici, ali također nadopunjuje okruženja rada s mladima, koja su obično više usmjerena na meke vještine. Mladim pojedincima pruža praktične mogućnosti učenja koje poboljšavaju njihovo razumijevanje znanstvenih koncepata i metodologija. Sudjelujući u znanstvenim istraživanjima u stvarnom svijetu, mladi mogu razviti dublje razumijevanje znanosti, poboljšavajući svoje analitičko, kritičko razmišljanje i vještine rješavanja problema. Ovaj praktični pristup učenju čini znanost dostupnom i zanimljivom, potencijalno izazivajući cjeloživotno zanimanje za znanstveno istraživanje i otkriće.

B. OSNAŽIVANJE I VLASNIŠTVO

Uključivanje mladih u građanske znanstvene projekte osnažuje ih dajući im osjećaj vlasništva nad njihovim učenjem i doprinosima društvu. Ovo osnaživanje potiče osjećaj odgovornosti pre-

ma suočavanju s globalnim izazovima kao što su klimatske promjene, gubitak bioraznolikosti i zagađenje. Budući da svjedoče utjecaju svojih doprinosa, mladi su pojedinci motivirani da postanu proaktivni pokretači promjena, shvaćajući da njihova djela mogu promijeniti svijet.

C. IZGRADNJA ZAJEDNICE I SURADNJE

Građanski znanstveni projekti često zahtijevaju suradnju između sudionika, istraživača, a ponekad i međunarodnih timova. Ovo suradničko okruženje uči mlade ljude važnosti timskog rada, komunikacije i kolektivne potrage za znanjem. Putem ovih projekata mladi se mogu povezati s vršnjacima i mentorima sa zajedničkim interesima, potičući osjećaj pripadnosti i zajednice. Ta im iskustva pomažu razviti međuljudske vještine koje su vrijedne u svakom aspektu života.

D. POBOLJŠANJE EKOLOŠKE I ZNANSTVENE PISMENOSTI

Građanski znanstveni projekti, posebno oni usmjereni na praćenje i očuvanje okoliša, povećavaju ekološku i znanstvenu pismenost sudionika. Mladi pojedinci uče o složenosti ekosustava, važnosti biološke raznolikosti i utjecaju ljudskih aktivnosti na okoliš. Ovo je znanje ključno za razvoj informiranih aktivnih građana koji mogu donositi odgovorne odluke i zagovarati održive prakse.

E. ISTRAŽIVANJE KARIJERE

Mnogim mladim ljudima sudjelovanje u projektima građanske znanosti pruža prozor u svijet znanstvenih istraživanja i raznih STEM karijera. Omogućuje im da istraže svoje interese i strasti unutar

STEAM = znanost, tehnologija,
inženjerstvo, umjetnost i
matematika

ovih područja, potencijalno usmjeravajući njihove putove obrazovanja i karijere. Iskustva stečena kroz građansku znanost mogu obogatiti njihove životopise i prijave za fakultet, postavljajući temelj za buduće prilike u STEM-u.

F. UKLJUČIVANJE

Jedna važna stvar koju smo primijetili na putu je i kako građanska znanost kao metodologija može biti vrlo uključiv element. Skloni smo u radu s mladima govoriti o inkluziji kada govorimo o ranjivim skupinama, odrastanju u teškim situacijama ili suočavanju s različitim sposobnostima. Uključivanje u građansku znanost proteže se dalje od podrške ranjivim skupinama kako bi obuhvatilo mlade pojedince s iznimnom intelektualnom znatiželjom, koji bi se mogli osjećati pogrešno u tradicionalnom obrazovnom okruženju. Ovi mladi ljudi posjeduju duboku žeđ za znanjem i angažmanom, često tražeći izazove i prilike za istraživanje koje nadilazi ono što standardni kurikulum nudi. Često su isključeni od svojih vršnjaka zbog potrebe za dodatnim objašnjenjima, dubljim istraživanjem i znatiželjom, što ih također dovodi u poziciju isključivanja jer im je teško pronaći društvo. Građanska znanost pruža neprocjenjivu platformu za te pojedince, dopuštajući im da primijene svoje talente na istinsko znanstveno istraživanje i inovacije.

Uključivanje građanske znanosti u rad s mladima ne odnosi se samo na uključivanje mladih u znanstveno istraživanje; radi se o njihovoj pripremi za budućnost.

Intelektualno znatiželjni mladi ljudi imaju koristi od stimulacije koju nude projekti građanske znanosti, duboko se baveći složenim temama koje zadovoljavaju njihovu potrebu za otkrićem. Ovi projekti povezuju njihove napredne sposobnosti s opipljivim društvenim izazovima, dajući im osjećaj svrhe i doprinosa. Takav angažman može biti od posebne važnosti za one koji se osjećaju izolirano zbog svojih jedinstvenih interesa, ugrađujući svoje napore u globalni kontekst znanstvenog istraživanja.

Nadalje, sudjelovanje u građanskoj znanosti pomaže tim mladim pojedincima da razviju ključne društvene vještine i emocionalnu inteligenciju kroz suradnju s vršnjacima, mentorima i stručnjacima. To ne samo da pomaže njihovom osobnom razvoju, već im pomaže i da pronađu osjećaj pripadnosti unutar zajednice istomišljenika. Vodeće uloge u tim projektima mogu potaknuti samopouzdanje i otpornost, potičući ih da nastave karijeru u STEM području gdje se njihovi talenti mogu dalje njegovati.

Prilagodljiva priroda građanske znanosti omogućuje personalizirana iskustva učenja, uvažavajući specifične interese i sposobnosti svakog sudionika. To osigurava da učenje ostane relevantno i zanimljivo, potičući kontinuirani intelektualni rast.

Uključivanje građanske znanosti u rad s mladima ne odnosi se samo na uključivanje mladih u znanstveno istraživanje; radi se o njihovoj pripremi za budućnost. Nudi im alate, znanje i iskustva potrebna za snalaženje i doprinos svijetu koji se brzo mijenja. Poticanjem generacije koja cijeni znanost, suradnju i zajednicu, mi ih opremamo sposobnošću da se suoče s globalnim izazovima s inovativnošću, otpornošću i nadom.

1.3 Moгуćnosti – primjer Hedy Lamarr

Možemo pronaći nevjerojatne primjere građanske znanosti i inženjerstva kod inspirativnih pojedinaca. Oni se kreću od svjetski poznatih ličnosti poput Leonarda da Vincija* (1452. – 1519.), sa svojim eksperimentima i otkrićima u anatomiji i inženjerstvu, do suvremenijih primjera poput Rite Levi-Montalcini* (1909. – 2012.), koja je osvojila Nobelovu nagradu za njeno otkriće faktora rasta živaca (NGF), koji se temeljio na eksperimentima koje je provela u improviziranom neurobiološkom laboratoriju kojeg je napravila u svojoj spavaćoj sobi u Torinu na vrhuncu Drugog svjetskog rata.

Ali možda najilustrativniji primjer dolazi od neobične građanske znanstvenice i inženjerke Hedy Lamarr* (1914. – 2000.), ljepotice iz zlatnog doba Hollywooda koja je svoje slobodno vrijeme između snimanja filmskih scena provodila eksperimentirajući sa znanošću i inženjerstvom u improviziranom laboratoriju u njenoj garderobi-prikolici.

Priča Hedy Lamarr svjedočanstvo je transformativnog potencijala znatiželje i domišljatosti te potencijala koji pojedinac može postići samoučenjem. Rođena kao Hedwig Eva Maria Kiesler u Beču, odmalena je pokazivala neutaživu žeđ za znanjem. Njezini rani eksperimenti

s rastavljanjem i ponovnim sastavljanjem kućanskih naprava nagovijestili su njezinu budućnost kao pionirskog izumitelja. Unatoč nedostatku formalne znanstvene izobrazbe, posjedovala je urođenu sposobnost razumijevanja složenih koncepata i nemilosrdnu želju da pomakne granice onoga što je moguće.

Lamarrina najpoznatija inovacija došla je tijekom Drugog svjetskog rata kada je ona, zajedno sa skladateljem Georgeom Antheilom (1900. – 1959.), osmislila revolucionarnu tehnologiju proširenog spektra frekvencijskog skakanja kombinirajući matematiku, inženjerstvo radijske tehnologije i koncepte koji se nalaze u mehanizmima glazbenih instrumenata (specifično klavir). Ovaj izum, isprva namijenjen pomoći ratnim naporima stvaranjem sigurnih sustava za navođenje torpeda čiji se signal ne može probiti i kodirati, postavio je temelje za moderne bežične komunikacijske tehnologije, uključujući Bluetooth i Wi-Fi. Da, dobro ste pročitali: Wi-Fi, stvar koja svim našim gadgetima danas omogućuje pristup internetu. Lamarrova briljantnost nije samo revolucionirala vojnu taktiku, već je i utrla put nebrojenim tehnološkim napretcima koji nastavljaju oblikovati naš međusobno povezani svijet u dvadeset i prvom stoljeću.

Važno je istaknuti da izumi na području radiokomunikacijske tehnologije nisu bili njezino jedino igralište. Eksperimentirala je s bionikom, što je konstrukcija umjetnih sustava inspiriranih živim organizmima –

* Kako bismo odali počast ovoj izvanrednoj osobi, pozivamo vas na malo samostalnog istraživanja. Upotrijebite Wi-Fi koji nam je dala Hedy te malo istražite na internetu o njezinim izumima i motivacijama, kao i o izvanrednim djelima Rite Levi-Montalcini i Leonarda da Vincija. Sigurni smo da ćete u tome pronaći motivacije za sebe.

specifično, prevođenjem aerodinamičnog oblika tijela riba i ptica u dizajn zrakoplova – kao i kemijom, patentirajući inovativni pristup izradi koncentriranih bezalkoholnih pića.

Ključno za Lamarrin uspjeh bila je njezina nepokolebljiva vjera u moć praktičnog eksperimentiranja i vrijednost učenja kroz pokušaje i pogreške. Nije se bojala uroniti u nepoznata područja kroz samoučenje, često se usput podučavajući novim vještinama i disciplinama. Njezina priča služi kao podsjetnik da inovacija ne poznaje granice

i da svatko, bez obzira na pozadinu ili formalno obrazovanje, može doprinijeti znanstvenom napretku čistom odlučnošću i spremnošću na preuzimanje rizika.

Štoviše, putovanje Hedy Lamarr naglašava važnost jačanja glasova i doprinosa žena u znanosti. Ustrajala je suočena sa sustavnim barijerama i društvenim očekivanjima (o tome što holivudska glumica treba, a što ne treba raditi, na primjer), te je uspjela ostaviti neizbrisiv trag u po-

vijesti tehnologije. Njezina ostavština služi kao svjetionik inspiracije za ambiciozne znanstvenice, podsjećajući ih da su njihove ideje i uvidi neprocjenjiva imovina za znanstvenu zajednicu.

U prihvaćanju duha uradi-sam istraživanja čiji je šampion Hedy Lamarr, ohrabruju nas da prigrlimo našu urođenu znatiželju, da preispitamo status quo te da slijedimo svoje strasti s nepokolebljivom odlučnošću. Njezina nas priča iza-

ziva da pređemo granice poznatog, da se hrabro upustimo u neistražena područja i iskoristimo snagu inovacije kako bismo oblikovali svjetliju budućnost za generacije koje dolaze.



Leonardo da Vinci

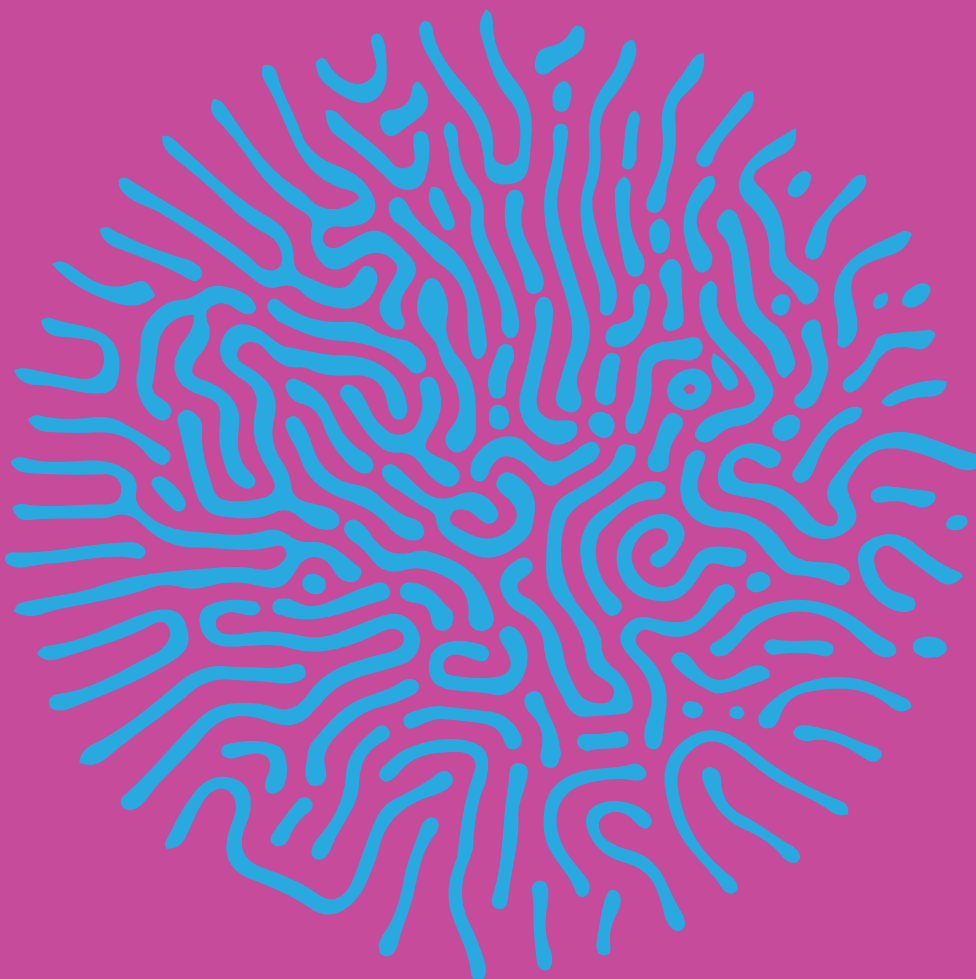
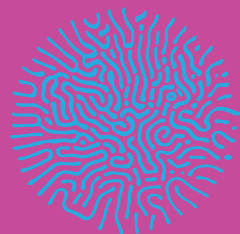


Rita Levi-Montalcini



Hedy Lamarr

DIY prostori za eksperimentiranje/kućni laboratoriji



Svaki izum zahtijeva mjesto rođenja. U građanskoj znanosti to su često kućni laboratoriji ili uradi-sam prostori za eksperimentiranje. Ovisno o tome što vas zanima i koje resurse imate kod kuće, ovi prostori mogu biti u različitim oblicima. Trend među građanskim znanstvenicima u SAD-u je pretvaranje garažnih prostora u prostore za eksperimentiranje i DIY laboratorije, dok se čini da ljudi u Europi vole koristiti kuhinje za biološke eksperimente. Ali ponekad je mali kutak u svakoj prostoriji više nego dovoljan. Prvi laboratorij Gjina – jednog od autora ove knjige bio je upravo ovakav: stari, neiskorišteni drveni ormarić prenamijenjen u laboratorijski radni stol u spavaćoj sobi te prostor za odlaganje svih svojih improviziranih istraživačkih alata i materijala. Dakle, ako se odlučite malo ozbiljnije baviti građanskom znanosti, pozivamo vas da budete kreativni sa svojim kreativnim kutkom – prilagodite ga svojim potrebama i željama. Prostor za DIY radionicu ili kućni laboratorij vaša su vrata u svijet beskrajnih inovacija i bezgranične znatiželje.

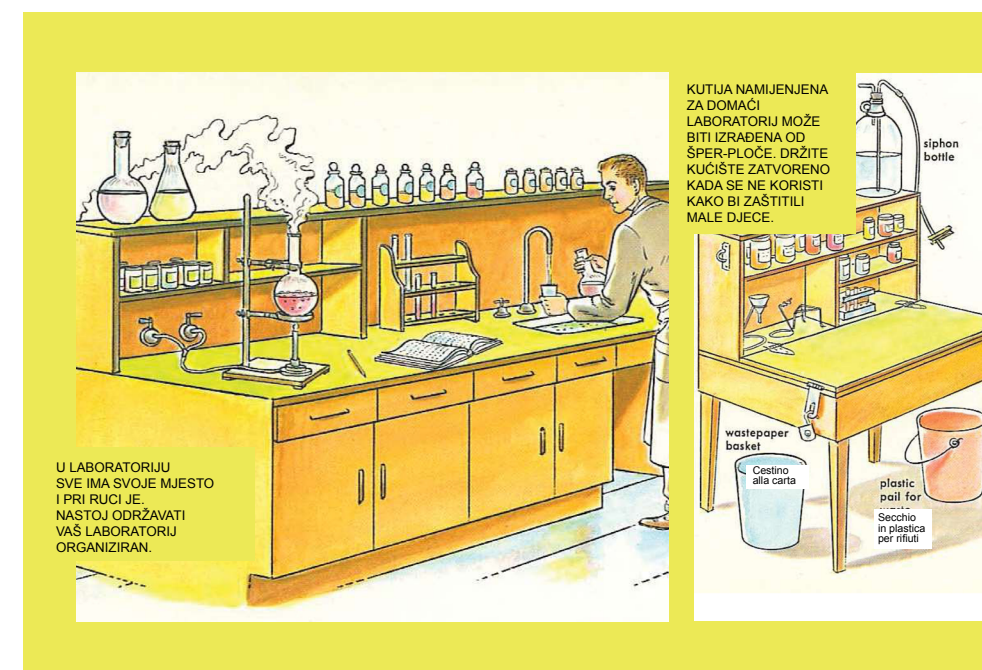
Radni prostor

Budući da smo svi jedinstveni, s različitim interesima i željama, nije lako opisati prosječan radni prostor ili kućni laboratorij. Ovisno o vašim interesima i potrebama, možete ga prilagoditi kako bi najbolje odgovarao vašem trenutnom području studija. Ako odlučite istražiti područje kemije, morat ćete ga prilagoditi kako biste osigurali siguran rad s kemikalijama, s površinama koje se lako čiste i ne upijaju tekućine. Svakako ga također stavite u dobro prozračan prostor (pored prozora je u redu). Isto vrijedi i za biologiju, jer stvari mogu smrdjeti. Ako želite eksperimentirati s modernim inženjeringom, kao što je 3D ispis, možda bi bilo bolje raditi u nekoj drugoj prostoriji, a ne u spavaćoj sobi – zujanje 3D ispisa nakon nekog vremena može postati iritantno. Mogućnosti su ogromne i beskrajne.

Dakle, prije nego što napravite svoj kreativni kutak, prvo ga stavite na papir. Navedite što mislite da će vam trebati, skicirajte raspored, razmislite o sigurnosti i budite sigurni da znate ograničenja. Počnite s malim i pustite da se postupno razvija. Na primjer, ako se bavite biologijom, osnovni mikroskop bit će više nego dovoljan za početak vašeg građanskog znanstvenog istraživanja; ako volite elektroniku, jeftini multimetar, lemlilo, nekoliko odvijača i nešto stare elektronike za rastavljanje pomoći će vam.

Počnite s malim i pustite da se postupno razvija.

Evo lijepog primjera DIY kemijskog laboratorija iz 1960. Različiti dizajni mogu se pronaći na internetu – samo pronađite jedan za domenu koja vas zanima.



Obični kemijski laboratorij (lijevo) naspram malog, improviziranog DIY kemijskog laboratorija (desno) (ilustracija iz Zlatne knjige kemijskih eksperimenata, 1960.)

Sigurnost

Bolje je biti previše oprezan nego nedovoljno.

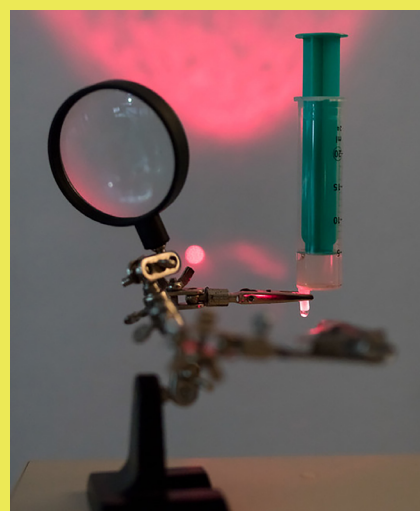
Osiguranje osobne zaštite i sigurnosti u radnom prostoru od najveće je važnosti u svakom znanstvenom poduhvatu, osobito u okruženjima u kojima će se odvijati uradi-sam eksperimentiranje s biološkim, kemijskim i električnim materijalima. Prije nego što se upustite u bilo koji projekt, ključno je da nosite odgovarajuću opremu: zaštitne naočale za zaštitu očiju od prskanja kemikalija i letećih krhotina, laboratorijske kute ili pregače za zaštitu od prolijevanja i prskanja te rukavice za zaštitu ruku od opasnih tvari (iako bi ih početnici općenito trebali izbjegavati).

Bitno je da se pridržavate strogih sigurnosnih protokola i znakova upozorenja. Kemikalije moraju biti jasno označene i pravilno uskladištene. Kada radite s električnom energijom, nužno je da koristite izolirane alate i opremu te primijenite odgovarajuće tehnike ožičenja kako biste spriječili strujne udare i požare. Najbolja je praksa imati sve električne uređaje u svom uradi-sam laboratoriju ili na radnom

stolu spojene na središnji prekidač koji možete lako isključiti u slučaju nužde, te imati pri ruci mali aparat za gašenje požara. Također biste trebali imati mali osnovni medicinski pribor koji sadrži flastere, zavoje itd. Čak se i najpažljiviji stručnjaci mogu ozlijediti.

Opće pravilo je uvijek igrati na sigurno. Bolje je biti previše oprezan nego nedovoljno.

Integriranjem osobne zaštite i sigurnosnih praksi u svaki aspekt svog rada, uradi-sam znanstvenici ne samo da štite sebe, već i stvaraju kulturu sigurnosti koja koristi cijeloj zajednici. Opet, istražite sigurnosna pitanja prije izvođenja bilo kakvih eksperimenata.



Osnovna oprema

Upuštanje u uradi-sam znanstveno putovanje, bilo u biologiji, kemiji ili elektroni, zahtijeva čvrst temelj osnovne opreme za omogućavanje eksperimentiranja i stvaranja inovacija.

U središtu svakog DIY laboratorija je svestrani radni stol – utočište gdje se ideje oblikuju i otkrivaju otkrića. Tu stoji niz osnovnih alata i instrumenata spreman pomoći u potrazi za znanjem i kreativnošću.

Kao što smo već istaknuli, alati i materijali koji su vam potrebni uvelike se razlikuju ovisno o vašim potrebama i interesima. Bilo bi ih nemoguće sve nabrojati, pa ćemo spomenuti samo neke od najčešćih. Također ćemo vam dati upute za neke upute o tome kako sami izraditi.

Vođenje laboratorijskog dnevnika uobičajena je praksa u svim dobrim laboratorijima. To je u biti jednostavna bilježnica u koju unosite svoje bilješke i najbitniji je dio materijala u vašem prostoru za razmišljanje. Pravljenje dobrih istraživačkih bilješki najbolji je način za samoučenje znanosti i inženjerstva.

2.3.1 OPREMA ZA MOKRE LABORATORIJE (BIOLOGIJA I KEMIJA)

Alati koji se najčešće susreću u biološkim i/ili kemijskim laboratorijima su:

- ⊕ umikroskop i prateći potrošni materijal (stakalca) za proučavanje najmanjih predmeta (danas ih ima mnogo pristupačnih, digitalnih i klasičnih optičkih) – povećalo (za proučavanje površina velikih predmeta) – pinceta, škare, skalpel i daska za rezanje za pripremu uzoraka za proučavanje – veliki izbor spremnika, kao što su staklene posude za prikupljanje vaših uzoraka i predmeta proučavanja (ove stvari ćete koristiti vrlo često)
- ⊕ ploča za kuhanje i grijanje – volumetrijsko stakleno posuđe (stakleni cilindri, pipete, kapaljke i sl.) – staklene posude (staklenke i sl.) koje se mogu sterilizirati
- ⊕ Pristupačni komercijalni mikroskop/digitalno povećalo (lijevo) i DIY mikroskopski projektor s kapljicama vode (desno)

Pristupačni komercijalni mikroskop/digitalno povećalo (lijevo) i DIY mikroskopski projektor s kapljicama vode (desno)

Ako se odlučite baviti istraživanjem mikrobiologije, trebat će vam i:

- ⊕ DIY Bunsen plamenik (npr. prijenosno plinsko kuhalo za kampiranje) za sterilizaciju alata i izradu sterilnog mikrookruženja za mikrobiološko eksperimentiranje
- ⊕ oprema za sterilizaciju tekućina i alata: ekspres lonac (uradi-sam autoklav) za sterilizaciju tekućina te metalnog i staklenog pribora ili mikrovalna pećnica (za sterilizaciju tekućina) + obična pećnica (za sterilizaciju metalnog i staklenog pribora). Za one koji se odluče u nekom trenutku ući dublje u polje ozbiljne biotehnologije, postoje pristupačni obrazovni alati kao što su PCR kompleti (npr. PocketPCR tvrtke GaudiLabsor ili PCR tvrtke OpenPCR), pa čak i DNA/RNA sekvenceri (Oxford Nanopore), koji se mogu koristiti za istraživanje molekularnih misterija biološkog svijeta.

Opet, nije lako nabrojati sve, stoga vas potičemo da napravite vlastito istraživanje. Istražite literaturu kako biste saznali što će zadovoljiti vaše potrebe.

PREPORUKE

Ako počinjete s uradi-sam kemijom, preporučili bismo klasičnu Zlatnu knjigu kemijskog eksperimentiranja (1960.) Roberta Brenta, koja je dostupna u Internet arhivi (<https://archive.org>).

Za uradi-sam biologiju i biotehnologiju, možete isprobati online Hackteria wiki na https://hackteria.org/wiki/General_Lab_Equipment (gdje ćete pronaći nevjerojatne upute o tome kako jeftino izraditi npr. vlastiti mikroskop od stare web kamere).

MATERIJALI

Materijali za DIY biološke i kemijske eksperimente svuda su oko nas. Pozivamo vas da budete kreativni i istražujete. Pročitajte naljepnice na proizvodima u trgovinama mješovitom robom, jer ćete tamo moći pronaći većinu materijala i reagensa.

Slabe kiseline i baze/lužine su među reagensima koji se najčešće koriste u biološkim i kemijskim laboratorijima, a mogu se pronaći u octu, limunovom

soku, natrijevom bikarbonatu i prašku za pecivo, između ostalog. Lako je doći do polarnih otapala (voda, alkohol), dok je Zippo tekućina, koja se lako može nabaviti u vašoj lokalnoj trgovini na uglu, dobro nepolarno otapalo za kemijske eksperimente uradi-sam.

U biologiji se boje i bojila često koriste za bojenje i analizu uzoraka. Možete i neka od njih lako pronaći u trgovinama: npr. metilensko plavo (koje se koristi za bojanje staničnih jezgri i citoplazme), te malahitno zeleno (za bojanje endospora, peludi i gljivica) mogu se naći u trgovinama za kućne ljubimce kao sredstva protiv gljivica za akvarije.

Uz kiseline, baze, otapala i boje, najčešći alati u biološkim i kemijskim laboratorijima su oni koji se koriste za mjerenje pH. pH vrijednost (koliko je tvar kisela/bazna) možemo mjeriti digitalnim ili kemijskim pH metrima. Ali jedan od najboljih i najzabavnijih za igrati je pH metar koji možete napraviti sami, od soka od kupusa. Dakle, evo recepta.



VODIČ: URADI SAM PH METAR OD KUPUSOVOG SOKA

TREBAT ĆE VAM

- ⊕ crveni kupus
- ⊕ Blender ili procesor hrane
- ⊕ Cjedilo ili gaza
- ⊕ Prozirna staklena ili plastična posuda
- ⊕ Destilirana voda
- ⊕ Nešto kiselo i bazično za testiranje (npr. kap soka od limuna kao kiselina, kap sapuna kao baza)

KORACI

Crveni kupus nasjeckajte na sitne komade i stavite u blender ili multipraktik. Dodajte dovoljno destilirane vode da prekrije komade kupusa i miješajte dok ne postane glatko.

Procijedite mješavinu kupusa kroz cjedilo ili gazu kako biste uklonili sve krutine, ostavljajući ljubičasti sok od kupusa.

Ulijte sok od kupusa u prozirnu staklenu ili plastičnu posudu. Obratite pažnju na boju.

U čašu stavite žličicu soka od kupusa, dodajte kap limunova soka i promiješajte. Primijetite promjenu boje.

U čašu stavite žlicu soka od kupusa, dodajte kap tekućeg sapuna i promiješajte. Primijetite promjenu boje.



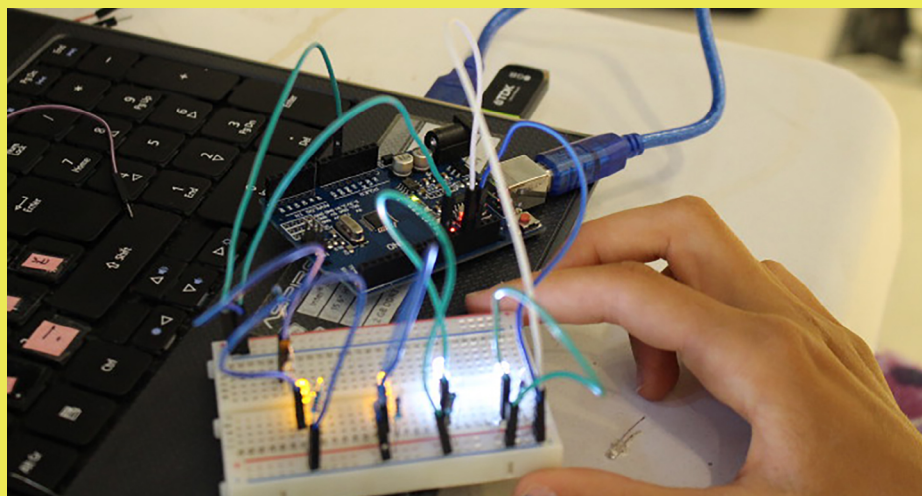
Uradi sam pH metar za sok od kupusa

2.3.2 ELEKTRIČNA I ELEKTRONIČKA OPREMA

U području elektronike neophodni su lemilice, multimetri i matične ploče. Oni omogućuju da se strujni krugovi proučavaju, sastavljaju i testiraju točno s preciznošću. Ljudi koji eksperimentiraju s digitalnom elektronikom često također koriste uradi-sam eksperimentalne mikrokontrolere (kao što su Arduino, Raspberry PI, ESP, MicroBit itd.).

Postoji toliko mnogo dobrih, detaljnih vodiča za elektroniku uradi-sam da bi bilo prilično suvišno od nas u ovom priručniku napravimo još jedan. Ali za početak preporučujemo knjigu Make: Electronics Charlesa Platta i web stranicu Instructables (<https://www.instructables.com/>).

Kao zanimljiv studijski primjer, damo vam jedan vodič iz elektronike o tome kako napraviti vlastiti uradi-sam M5stick sakupljač podataka o okolišu.



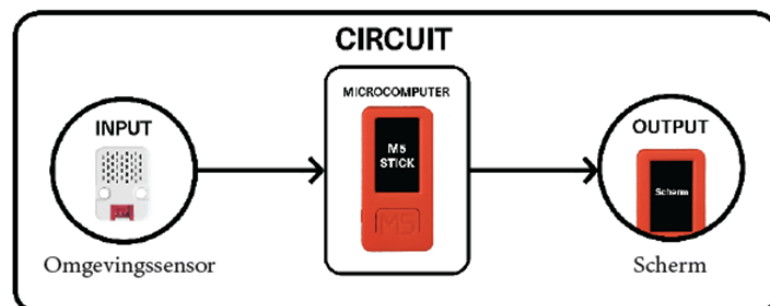
Arduino Uno kompatibilni mikrokontroler (upravlja LED svjetlima)



VODIČ: VIZUALIZATOR PODATAKA O OKOLIŠU S M5STICKOM

Kako možemo na prvi pogled znati uživaju li naše sobne biljke? Olakšajmo si stvari programiranjem digitalnog sklopa sa senzorom okoliša i zaslonom. Tako možemo komunicirati s našim biljkama putem ekrana i zadovoljiti sve njihove potrebe.

U ovom vodiču pokazat ćemo vam kako uhvatiti i vizualizirati podatke koji dolaze iz senzora okoliša na mikroručalnu pod nazivom M5stick Plus. Također ćemo koristiti kabel za povezivanje s računalom koje koristi UI Flow za kodiranje našeg M5sticka i senzora.



Za ovo koristimo sljedeći ulazno-izlazni sklop:

Povežite svoj M5Stick ili drugi M5Stack uređaj s računalom pomoću odgovarajućeg USB kabela tipa C i slijedite sljedeće upute za povezivanje s računalom i programom za kodiranje, UI Flow: https://docs.m5stack.com/en/quick_start/m5stickc_plus/uiflow

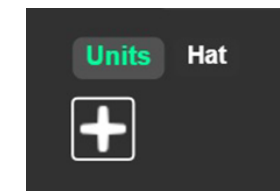
! U donjem lijevom kutu prozora UI Flow na vašem računalu provjerite je li M5stick pravilno povezan s M5Stickom!

COM: COM4 [Connected]

KORAK 1: DODAVANJE SENZORA OKOLIŠA

Prvo fizički:

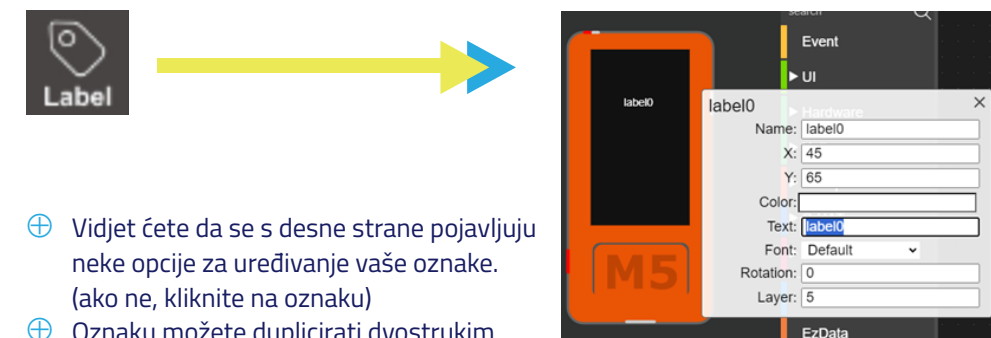
- ⊕ Spojite svoj senzor okoline na dno M5sticka pomoću Grove kabela; ovaj senzor će poslužiti kao ulaz u naš projekt.
- ⊕ Potom digitalno:
- ⊕ Dodajte senzor u naš program klikom na Jedinice (1) en zatim na simbol + (2)..



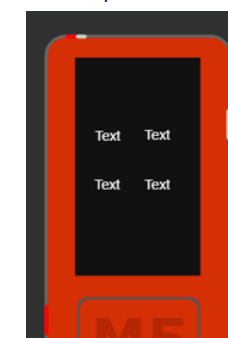
- ⊕ Odaberite senzor okoline na popisu senzora (točan naziv senzora možete pronaći na stražnjoj strani senzora)
- ⊕ Kliknite na "OK" za dovršetak dodavanja senzora

KORAK 2: VIZUALIZACIJA PODATAKA SENZORA

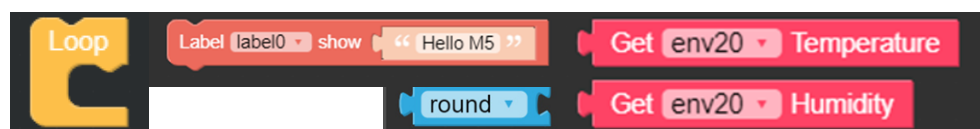
- ⊕ Dodajte oznaku s lijeve strane klikom i povlačenjem na virtualni zaslon M5sticka.



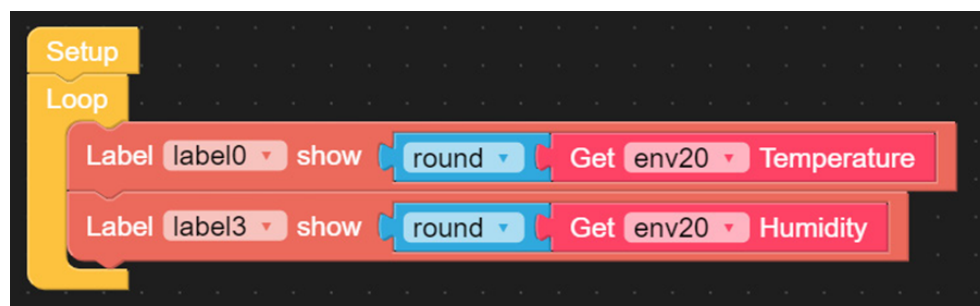
- ⊕ Vidjet ćete da se s desne strane pojavljuju neke opcije za uređivanje vaše oznake. (ako ne, kliknite na oznaku)
- ⊕ Oznaku možete duplicirati dvostrukim klikom na nju. Učinite to 3 puta.
- ⊕ Napravite mrežu od 4 naljepnice kao što se vidi na slici ispod:



- ⊕ Promijenite tekst naljepnica s desne strane tako da piše "C (temperatura)" & "% (vlažnost)". Ove se oznake neće promijeniti jer su ovdje samo da izraze jedinice podataka.
- ⊕ Možete povući blokove kodova iz različitih kategorija u prazno polje s desne strane. Pronađite sljedeće blokove kodova u odgovarajućim kategorijama: Događaj - Jedinice - Matematika - UI > Oznaka



- ⊕ Postavite Loop-block pod Postavljanje
- ⊕ Postavite ostatak blokova u sljedeću strukturu::



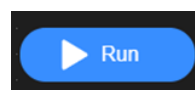
!Pazi! pobrinite se da nazivi oznaka u vašim blokovima koda odgovaraju vašim lijevim oznakama.

KORAK 3: TESTIRANJE SENZORA

- ⊕ Pritisnite gumb za reprodukciju u gornjem desnom kutu (novije verzije programa imaju gumb Pokreni u donjem desnom kutu)



Stara verzija



Nova verzija

- ⊕ Možete puhati u svoj senzor da vidite mijenjaju li se podaci na zaslonu vašeg M5Sticka.

Kako pretvoriti naš M5Stick u kreativni prikaz naše male biljke? Koristeći zaslon, našoj biljci dajemo lice da se izrazi; kodirajte animacije pomoću koraka u nastavku:

KORAK 4: DODAVANJE LICA

- ⊕ Dodajte još 2 oznake i zakrenite ih za 90°
- ⊕ Postavite ih jednu ispod druge i zamijenite tekst gornje oznake u ":" i donje oznake u "%".
- ⊕ Na kraju promijenite veličinu fonta na 72

Trebali biste imati nešto slično ovome:

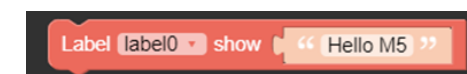


KORAK 5: DODAVANJE VIŠE KODNIH BLOKOVA

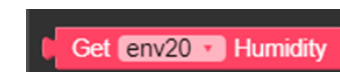
- ⊕ Pronađite sljedeće blokove kodova u odgovarajućim kategorijama: Matematika - Logika



- ⊕ Duplicirajte sljedeći blok dvaput:



- ⊕ Dupliciraj ovaj blok jednom:



- ⊕ Sada kada imate sve potrebne kodne blokove, preuredite ih kako biste postigli sljedeći rezultat:



KORAK 6: POKRETANJE KODA NA STROJU

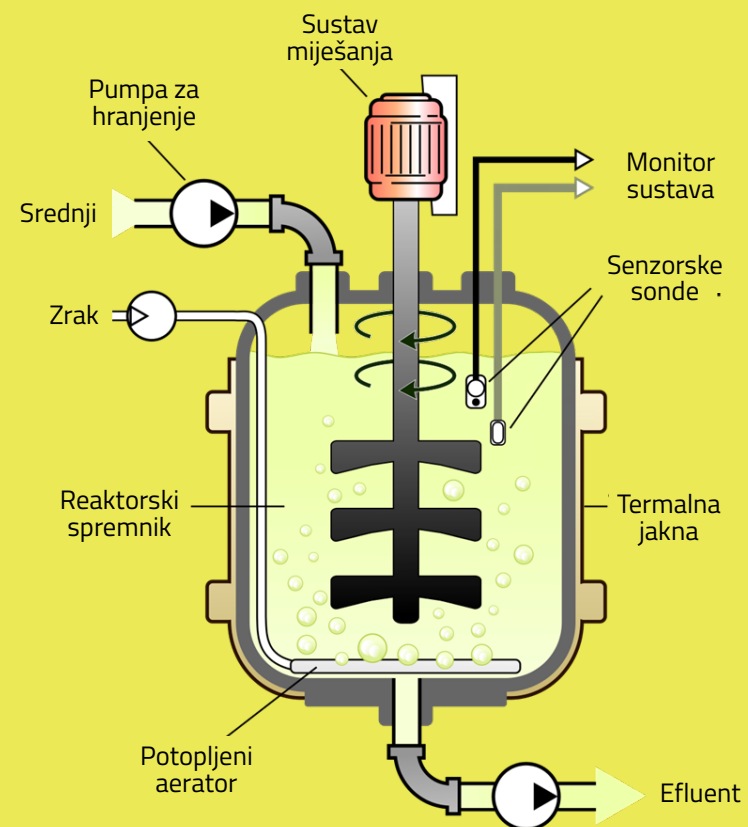
- ⊕ Ponovo testirajte svoj kod pritiskom na gumb Play/Run
- ⊕ Puhnite u svoj senzor da vidite mijenja li se vaš smajli na zaslonu M5Sticka.

Čestitamo, sada ste uspješno programirali senzor okoliša!

Pogledajte možete li svom kodu dodati više komponenti kao što su:

- ⊕ Pokušajte pohraniti podatke senzora
- ⊕ Napravite aplikaciju InternetofThings koja prikazuje podatke na mreži tako da možete provjeriti stanje svojih biljaka bilo gdje.

Možete pronaći puno dokumentacije i primjera koda za sve različite senzore koji su dostupni putem web stranice M5. (https://docs.m5stack.com/en/uiflow/uiflow_home_page).



Osnovna shema uobičajenog bioreaktora (autor Yassine Mrabet CC BY-SA 3.0 2009.)

biotehnologiji i posuda koja sadrži fino kontrolirane čimbenike okoliša (temperatura, pH, koncentracije plinova, itd.) koji se koriste za uzgoj pojedinačnih stanica i tkiva in vitro, te za proizvodnju bioloških spojeva, živih stanica i derivata.

Proučavajući međuigru između objekata i njihovog okruženja, kao i principa kibernetike, znanstvenici stječu dublje razumijevanje temeljne dinamike koja upravlja svijetom oko nas.

Kao znanost o komunikaciji i kontroli u sustavima, kibernetika premošćuje jaz između otvorenih i zatvorenih sustava. Istražuje kako povratne informacije i regulatorni mehanizmi omogućuju sustavima održa-

vanje stabilnosti i postizanje ciljeva u prirodnom i umjetnom kontekstu. Pruža okvir za razumijevanje procesa homeostaze, komunikacije i kontrole koji podupiru funkcioniranje složenih sustava, na primjer u regulaciji tjelesne temperature u živim organizmima i dizajnu autonomnih robota.

Proučavajući međuigru između objekata i njihovog okruženja, kao i principa kibernetike, znanstvenici stječu dublje razumijevanje temeljne dinamike koja upravlja svijetom oko nas. Ovaj interdisciplinarni pristup ne samo da rasvjetljava zamršenosti prirodnih sustava, već također daje informacije za dizajn učinkovitijih tehnologija i razvoj strategija za održivi život u međusobno povezanom svijetu.

3.2

Uradi-sam studija slučaja – Istraživanje vorenog okoliša po tvom izboru

Ovdje te pozivamo na malo putovanje istraživanja. Željeli bismo da odabereš otvoreni sustav, pažljivo ga proučiš i ispitaš njegove zamršene međusobne veze s okolinom..

što su blizina vaše lokacije, lakoća promatranja i prikupljanja podataka, dostupnost resursa i opreme te sva pravna ili logistička ograničenja koja se mogu primijeniti.

RAZMOTRITE RELEVANTNOST I UTJECAJ

Razmisli o relevantnosti i potencijalnom utjecaju proučavanja svakog objekta. Odaberite predmet koji ne samo da je u skladu s vašim interesima, već i pridonosi širem znanstvenom znanju, naporima za očuvanje ili osobnom razvoju. Odabir predmeta od ekološkog značaja ili obrazovne vrijednosti može povećati relevantnost i utjecaj tvog istraživanja.

IZVIĐANJE TERENA

Provedi terenske izviđačke posjete potencijalnim mjestima istraživanja kako bi iz prve ruke procijenili njihovu prikladnost. Promatraj stanje objekta, okolno okruženje, pristupačnost i sve potencijalne izazove ili prilike za proučavanje. Vodi bilješke, fotografije i preliminarnu podatke kako bi informirano donjeli odluke.

ODABERI SVOJ OBJEKT

Na temelju svog istraživanja, procjene i izviđanja terena donesi informiranu odluku o tome koji objekt želiš proučavati. Odaberi objekt koji te uzbuđuje i inspirira, u skladu je s tvojim interesima i ciljevima te nudi praktične mogućnosti za promatranje, prikupljanje podataka i analizu.

Odaberite objekt unutar otvorenog okruženja koji te intrigira. To može biti vrsta biljke ili životinje, geološka formacija, vodeno tijelo ili bilo koja druga komponenta ekosustava.

3.2.1 OBJEKT

IDENTIFICA I TUOI INTERESI. PREPOZNAJ SVOJE INTERESE

Razmotri svoje interese, strasti i ciljeve prmatranja. Intrigira li te biologija bilja, fasciniraju vodeni ekosustavi ili opčinjava hortikultura? Prepoznavanje svojih interesa pomoći će ti da odabereš predmet proučavanja koji je u skladu s tvojom znatiželjom i ciljevima.

ISTRAŽITE POTENCIJALNE OBJEKTE

Provedi preliminarno istraživanje različitih objekata koje namjeravaš proučavati. Upoznaj se s njihovim karakteristikama, ekološkom ulogom, staništima i značajem u širem okolišu. Istraži raznolikost dostupnih opcija, od pojedinačnih organizama poput drveća i biljaka do cijelih ekosustava poput vrtova, ribnjaka ili šuma.

PROCIJENITE DOSTUPNOST I IZVEDIVOST

Ocijeni dostupnost i izvedivost proučavanja svakog potencijalnog objekta. Uzmi u obzir čimbenike kao



di un cespuglio e di un lago

DAJ OBJEKTU IME

Ovo bi se moglo činiti glupim, ali davanje imena svom objektu interesa povećava vjerojatnost da ćeš se s njim bliže povezati i imati više motivacije za istraživanje. Stoga te potičemo da to učiniš.

PLANIRAJ SVOJ PRISTUP PROUČAVANJU

Razvij plan istraživanja u kojem ćeš navesti svoje istraživačke ciljeve, metodologije, vremenske rokove i potrebne resurse. Razmotri specifična istraživačka pitanja kojima se namjeravaš pozabaviti, metode koje ćete koristiti za prikupljanje i analizu podataka te sve dozvole ili dopuštenja potrebna za provođenje istraživanja na odabranoj lokaciji.

ISTRAŽIVANJE – ZAPOČNITE SVOJE ISTRAŽIVANJE

Nakon što odabereš predmet istraživanja i isplaniraš svoj pristup proučavanju, započni svoje istraživanje s predanošću. Provedi svoj plan istraživanja, prikupite podatke, analiziraj nalaze i izvuci zaključke koji pridonose tvom razumijevanju objekta i njegovog šireg ekološkog konteksta. Svakako koristi svoj istraživački dnevnik – bilježnicu u koju možeš unijeti sve mjerljive podatke, bilješke, ideje i misli.

Provedi sveobuhvatno istraživanje svog odabranog objekta. Prikupi dodatne informacije iz provjerenih izvora kao što su znanstveni časopisi, udžbenici i akademske

publikacije. Saznaj više o karakteristikama objekta, staništu, ekološkoj ulozi, interakcijama s drugim organizmima, čimbenicima okoliša koji utječu na njegov opstanak i bilo kakvim istraživanjima ili naporima očuvanja koji su u tijeku povezani s njim. Mapiraj svoje nalaze u bilježnicu.

PROMATRANJE NA TERENU

Posjeti lokaciju na kojoj se Vaš objekt nalazi u svom prirodnom okruženju. Provedi vrijeme promatrajući i dokumentirajući njegovo ponašanje, fizičke osobine i interakcije s okolinom. Vodi detaljne bilješke, fotografije i videozapise kako biste točno zabilježili svoja zapažanja.

PRIKUPLJANJE PODATAKA

Prikupite kvantitativne i kvalitativne podatke relevantne za vašu studiju slučaja. To može uključivati mjerenja varijabli okoliša kao što su temperatura, vlažnost i pH razine, kao i promatranje ponašanja, prebrojavanje populacije i procjene staništa. Koristite alate koje imaš na raspolaganju.

ANALIZA

Analizirajte podatke koje ste prikupili kako bi identificirali obrasce, trendove i korelacije. Razmotrite kako okolišni čimbenici utječu na ponašanje, distri-

buciju i opstanak objekta. Upotrijebite znanstvena načela i analitičke alate za tumačenje svojih nalaza i izvlačenje smislenih zaključaka.

DOKUMENTACIJA

Sastavi svoje bilješke, zapažanja, podatke i analize u opsežno izvješće o studiji slučaja od otprilike dvije ili tri stranice. Organiziraj svoje nalaze na logičan način: uvod nakon kojeg slijede dijelovi o osnovnim informacijama, metodama, rezultatima, raspravi i zaključcima. Koristi jasan i koncizan jezik, potpomognut vizualnim pomagalima kao što su grafikoni, grafikoni i karte, kako biste učinkovito predstavili svoje nalaze.

PEER REVIEW

Upoznaj kolegu ili prijatelje sa svojom studijom slučaja i tražite njihove povratne informacije. Konstruktivna kritika izvrstan je alat za učenje. Uključite njihove prijedloge kako bi poboljšali jasnoću i točnost svoje analize u ovoj studiji slučaja i u svom budućem radu.

Slijedeći ove korake, možeš stvoriti sveobuhvatnu studiju slučaja istraživanja objekta otvorenog okoliša po izboru, obogaćujući svoje razumijevanje njegovog ekološkog značaja i doprinoseći znanstvenim spoznajama i naporima za očuvanje.

3.2.2 OKOLIŠ

3.2.2.1 UVOD

Liriodni okoliš uključuje žive i nežive komponente našeg planeta – tlo, vodu i sva živa bića. Uključuje sve, od najviših planina do najdubljih oceana, od najsitnijih mikroorganizama do najmoćnijih grabežljivaca. Ovo okruženje se uvijek mijenja i puno je života. Nije poput nepokretne slike, već više poput živahne, pokretne scene koja podržava mnoge različite oblike života.

KOMPONENTE PRIRODNOG OKOLISA

Prirodni okoliš nije samo skup zasebnih elemenata. Njegove glavne komponente međusobno djeluju jedna na drugu, oblikujući vrstu ekosustava koji se razvija i utječe na živote njegovih stanovnika. To je poput dobro koordiniranog tima, gdje svaki dio igra ključnu ulogu u održavanju života. Na primjer, biljke oslobađaju kisik fotosintezom, održavajući životinje, dok životinje proizvode ugljični dioksid, koji je neophodan za rast biljaka. Ova međuovisnost proteže se na svim razinama ekosustava.



VARIJABLE ZA MJERENJE I PROUČAVANJE

Da bismo razumjeli prirodni okoliš, oslanjamo se na različite varijable, koje su specifični aspekti ili karakteristike koje se mogu mjeriti i proučavati. Ove nam varijable pomažu shvatiti kako su različiti dijelovi okoliša povezani. Evo nekoliko ključnih varijabli:

A. TEMPERATURA

Temperatura

Mjeri toplinu ili hladnoću zraka, vode ili tla te utječe na ponašanje i distribuciju živih organizama.

B. VLAŽNOST

Odražava količinu vlage u zraku. Utječe na rast biljaka, ponašanje životinja i vremenske prilike.

Oborine: Uključuje padaline, snježne padaline i druge oblike vode koja pada iz atmosfere. Ključno je za ciklus vode i održanje ekosustava.

C. BRZINA I SMJER VJETRA

Opisuje kretanje zraka. Utječe na klimu, oprašivanje biljaka i širenje sjemena.

D. SVJETLO

nam koliko sunčeve svjetlosti dopire do nekog područja. Neophodno je za rast biljaka i za pronalaženje životinja. Različite biljke i životinje trebaju različite količine svjetla.

E. SASTAV TLA

Sastav i kvaliteta tla ključni su za rast biljaka i služe kao stanište za mnoge organizme.

F. PH RAZINA

Mjeri kiselost ili lužnatost vode ili tla. Utječe na vrste biljaka i životinja koje mogu uspijevati u određenom okolišu.

G. RAZINE ONEČIŠĆENJA

Kvantificira prisutnost štetnih tvari u zraku, vodi ili tlu. Praćenje onečišćenja pomaže u zaštiti zdravlja ekosustava i ljudske populacije.

H. BIORAZNOLIKOST

Odnosi se na raznolikost i obilje živih organizama na određenom području. Označava zdravlje i otpornost ekosustava.

I. VEGETACIJSKI POKROV

Opisuje gustoću i vrste biljaka na nekom području. To je ključno za razumijevanje kvalitete staništa i usluga ekosustava.

Mjerenjem i proučavanjem ovih varijabli dobivamo dragocjene uvide u složene interakcije koje oblikuju prirodni okoliš. To nam pomaže da donosimo pametne i informirane odluke o brizi za naš planet i korištenju njegovih resursa na način koji održava ekosustave zdravim što je duže moguće.

3.2.2.2 UPITNIK ZA VOĐENO IN SITU ISTRAŽIVANJE

Sve varijable utječu jedna na drugu i stvaraju okruženje. Prouči obrasce međuovisnosti među varijablama. (Ovisno o predmetu promatranja koji ste odabrali, možda nećeš moći izmjeriti sve varijable.)

Svaku će varijablu moći izmjeriti DIY alatom naveden u 2.3 Osnovna oprema (npr. temperatura i vlažnost M5Stickom opremljenim DHT11 senzorom. Isto vrijedi za sva promatranja i eksperimente.).

1. Mjerite varijable tijekom dana

| Varijabla | 8:00 | 12:00 | 16:00 | 20:00 |
|-----------------------|------|-------|-------|-------|
| Temperatura | | | | |
| Vlažnost | | | | |
| Taloženje | | | | |
| Brzina i smjer vjetra | | | | |
| Svjetlo | | | | |
| pH | | | | |

2. **Nacrtajte grafikone podataka koje ste prikupili, pri čemu je x-os vrijeme prikupljanja, a y-os podaci. Pokušajte staviti više od jedne varijable na isti grafikon kako biste lakše vizualizirali međuovisnost varijabli (npr. temperatura i vlažnost).**

3. **Kakav je odnos između ovih varijabli? Jeste li primijetili neka pravila u njihovom ponašanju?**

4. **Pronađite cvijet (tratinčica, maslačak itd.). Primijetite odnos između količine sunčeve svjetlosti i toga je li cvijet otvoren ili zatvoren. Zašto bi se cvijet otvarao i zatvarao ovisno o količini dostupne sunčeve svjetlosti?**

Sve varijable utječu jedna na drugu i stvaraju okruženje.

3.2.2.3 EKSPERIMENT: DIY LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SASTAVA TLA

Tlo, koje se često zanemaruje, ključno je za život na Zemlji, dinamična je i složena mješavina mineralnih čestica, organske tvari, vode i zraka. Služi kao temelj za ko-pnene ekosustave, podupirući rast biljaka i osiguravajući staništa za bezbroj organizama. Tlo također igra ključnu ulogu u kruženju hranjivih tvari, filtraciji vode i skladištenju ugljika. Njegova se svojstva uvelike razlikuju u različitim regijama i klimama, utječući na poljoprivrednu produktivnost, korištenje zemljišta, pa čak i kulturološke prakse. Zdravlje i očuvanje tla ključni su za održivu poljoprivredu i biološku raznolikost te za ublažavanje utjecaja klimatskih promjena. To ga čini dragocjenim i često podcijenjenim prirodnim resursom.

Jedna od najvažnijih karakteristika tla je tekstura. Tekstura tla odnosi se na relativne udjele čestica pijeska, mulja i gline u uzorku tla. Te čestice određuju fizička svojstva tla, uključujući njegovu sposobnost zadržavanja vode i hranjivih tvari, njegovu prozračnost i njegovu obradivost za korijenje biljaka. Pješčana tla imaju veće, grublje čestice, što omogućuje dobru drenažu, ali često zahtijeva često navodnjavanje i gnojidbu. Muljevit tla imaju čestice srednje veličine, nudeći bolje zadržavanje vode i plodnost. Glinena tla, s najsitnijim česticama, izuzetno dobro zadržavaju vodu, ali mogu postati zbijena i slabo prozračna. Razumijevanje teksture tla ključno je za uspješnu poljoprivredu i vrtlarstvo, jer utječe na odabir biljaka i potrebu za izmjenama tla kako bi se optimizirali uvjeti rasta.

pH tla je također vrlo važna karakteristika. Uvelike utječe na dostupnost hranjivih tvari biljkama – na primjer, kisela tla mogu imati ograničen pristup esencijalnim hranjivim tvarima poput kalcija i magnezija, dok alkalna tla mogu zadržati željezo i druge mikronutrijente. Razumijevanje i upravljanje pH vrijednosti tla stoga je ključno za optimizaciju zdravlja usjeva i biljaka jer izravno utječe na njihovu sposobnost preuzimanja vitalnih hranjivih tvari iz tla. Tla s pH ispod 7 klasificiraju se kao kisela, a ona iznad 7 kao alkalna.

Posljednja komponenta tla je biološka. Tlo je užurbani ekosustav koji vrvi mnoštvom organizama, od mikroskopskih bakterija i gljivica do većih stvorenja poput glista i insekata. Ovi organizmi u tlu igraju ključnu ulogu u kruženju hranjivih tvari, razgradnji i cjelokupnom zdravlju tla. Oni razgrađuju organsku tvar (koja oslobađa hranjive tvari za biljke), poboljšavaju strukturu tla i pomažu u kontroli štetnika. Stoga je njihov doprinos produktivnosti i održivosti ko-pnenih ekosustava nezamjenjiv.

U ovom pokusu odredit ćemo glavne karakteristike tla kroz tri manja pokusa kako bismo odredili vrstu i sastav tla, ispitali pH tla i izvršili mikroskopsko promatranje.



Sastojci zemlje

TREBAT ĆE VAM

- ⊕ Uzorci tla
- ⊕ Voda
- ⊕ Staklena posuda ili mjerni cilindar
- ⊕ Sok od kupusa
- ⊕ Kapaljka
- ⊕ Mikroskop
- ⊕ Ravnalo/metar

DIO 1: ODREĐIVANJE TIP I SASTAVA TLA

KORAK 1: PRIPREMITE OTOPINU TLA I VODE

Pomiješajte uzorak zemlje s vodom u staklenci i dobro protresite kako biste stvorili suspenziju. Prebacite smjesu u mjerni cilindar, ako ga imate; inače, možete upotrijebiti DIY alternativu, kao što je tanja staklenka ili cilindrična čaša, i koristiti standardno ravnalo za mjerenje.

KORAK 2: OSTAVITE DA SE SLEGNE

Ostavite smjesu da odstoji neko vrijeme (oko 48 sati ili dok voda ponovno ne postane potpuno prozirna). S vremenom će se različite čestice u tlu taložiti u slojeve. Prvi taloženi sloj bit će pijesak, a sljedeći mulj. Trećem sloju (glina) trebat će najduže da se slegne.

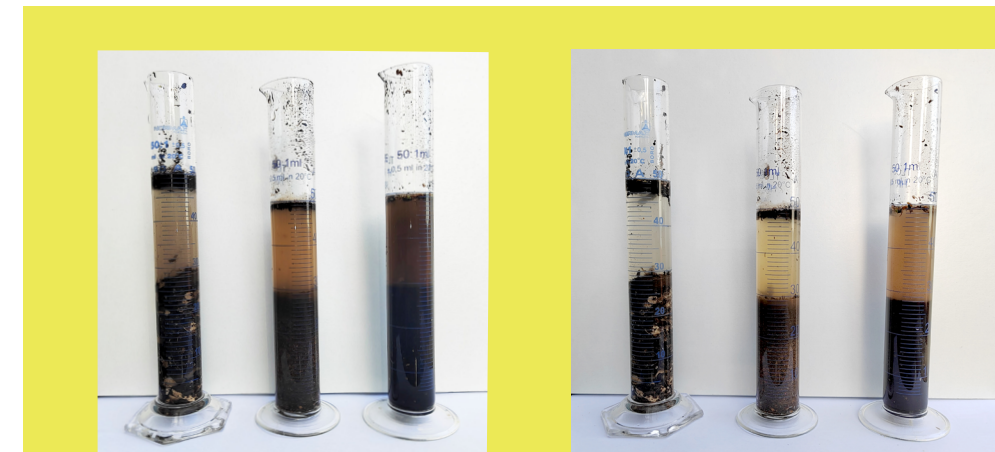
KORAK 3: PROMATRAJTE ODVAJANJE MINERALA I ORGANSKIH TVARI

Imajte na umu da se taloženi slojevi prven

Pomoću zabilježenih volumena izračunajte postotak svake vrste tla u mješavini.

KORAK 4: IZMJERITE I IZRAČUNAJTE

Pomoću ravnala izmjerite volumen svakog sloja u staklenci. Ako koristite volumetrijski cilindar, pažljivo izmjerite volumen svakog sloja (pijesak, mulj, glina). Zabilježite ove količine.



A beaker, a glass and a ruler

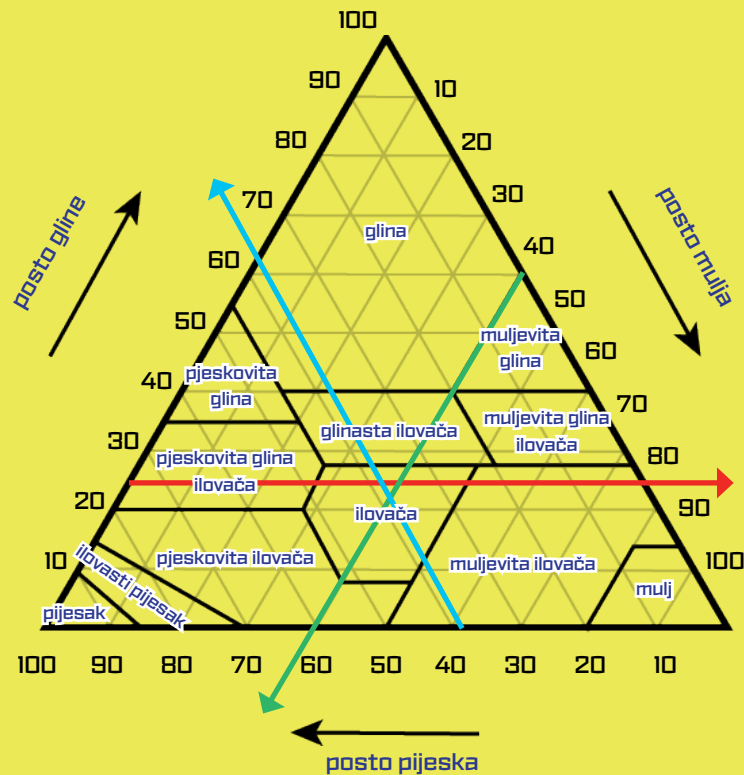
KORAK 5: IZRAČUNAJTE POSTOTKE

Pomoću zabilježenih volumena izračunajte postotak svake vrste tla u mješavini.

$$\left(\frac{\text{VOLUMEN SLOJA S KOMPONENTAMA}}{\text{UKUPNI VOLUMEN}} \right) \times 100 = \text{POSTOTAK KOMPONENTI TLA \%}$$

KORAK 4: KORISTITE TROKUT SASTAVA TLA

stveno sastoje od mineralnih komponenti, dok organska tvar ima tendenciju lebdjeti na vrhu ili ostati lebdjeti.



Trokut sastava tla

PARTE 2: ESAME DEL PH DEL TERRENO

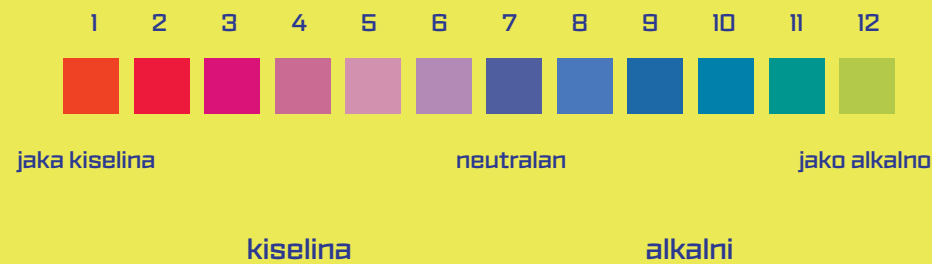
3.0 2. INDICAZIONE DEL PH IN UN INDICATORE CON IL SUCCO DI CAVOLO

Vedi il Capitolo 2.3.1.

KORAK 1: CNAPRAVITE PH INDIKATOR OD KUPUSOVOG SOKA

3.0 2.0 1.0 0.0 APPLICAZIONE DEL SUCCO DI CAVOLO

Posiziona una piccola quantità di terreno in un piatto e aggiungi alcune gocce di succo di cavolo. Osserva i eventuali cambi di colore. Il passaggio dal rosa al rosso indica acidità, il blu indica basicità. Se il terreno è neutro, il colore rimane rosa. Promatrate svaku promjenu boje. Ružičasta do crvena označava kiselost, ljubičasta je neutralna, dok plava i zelena do žuta označavaju lužnatost.



pH ljestvica sa sokom crvenog kupusa

3. DIO: MIKROSKOPSKO PROMATRANJE

Ovaj eksperiment zahtijeva mikroskop s minimalnim povećanjem od 40x, što znači da će biti dovoljan bilo koji mikroskop: dječja igračka mikroskop, profesionalni mikroskop ili uradi-sam mikroskop sastavljen od stare web kamere ili laserskog pokazivača (upute se lako mogu pronaći na internetu na mjestima kao što su https://hackteria.org/wiki/DIY_microscopy).

KORAK 1: PRIPREMA

Uzmite malu količinu zemlje i stavite je na stakalce mikroskopa. Dodajte kap vode i pokrijte pokrovnim stakalcem.

KORAK 2: PROMATRAJTE POD MIKROSKOPOM

Ispitajte čestice tla pod mikroskopom. Zabilježite njihove oblike, veličine i strukturu. Pokušajte koristiti različite razine povećanja. Je li sve anorgansko i mirno ili postoje živi organizmi koji 'trče okolo'?

1. Koliko je vremena trebalo da se vaš uzorak smiri?
2. Pomoću analize sastava tla odredite svoj tip tla.
3. Koliki je pH tla vašeg uzorka? Što to znači za organizme koji žive u njemu i na njemu?
4. Promatrajte uzorak tla pod mikroskopom i nacrtajte različite anorganske čestice koje čine vaš uzorak tla. Pokušajte prepoznati jesu li pijesak, mulj ili glina.
5. Ima li mrtve organske tvari? Ako je tako, nacrtajte ga i pokušajte ga prepoznati.
6. Ima li živih organizama u vašem uzorku? Ako jesu, nacrtajte ih i pokušajte ih prepoznati.

3.2.2.4 EKSPERIMENT: URADI-SAM LABORATORIJSKA ANALIZA VODE LABORATORIO FAI DA TE

TREBAT ĆE VAM

- ⊕ Uzorci vode
- ⊕ Male posude ili posude
- ⊕ Kapaljka ili pipeta
- ⊕ Mikroskop
- ⊕ Mikroskopska predmetna i pokrovna stakla
- ⊕ pH test trake za vodu (opcionalno)

DIO 1: ISPITIVANJE PH VRIJEDNOSTI SOKOM OD KUPUSA

KORAK 1: PRIKUPITE UZORKE VODE

Najbolje bi bilo testirati više uzoraka vode paralelno. Pokušajte usporediti uzorke vode na otvorenom (iz jezera, mora, ribnjaka, hranilice za ptice itd.) s vodom iz slavine. Skupite uzorke vode iz različitih izvora u zasebne posude i označite ih (kako se ne bi pomiješali).

KORAK 2: NANESITE PH INDIKATOR - SOK OD KUPUSA

Uz pomoć kapaljke ili pipete u svaki uzorak vode dodajte nekoliko kapi indikatora - soka od kupusa. Promatrajte svaku promjenu boje. Ružičasta do crvena označava kiselost, ljubičasta je neutralna, dok plava i zelena do žuta označavaju lužnatost. Za usporedbu, također možete koristiti pH test trake (iz trgovina za kućne ljubimce za testiranje akvarijske vode) za provjeru rezultata.

DIO 2: MIKROSKOPSKO PROMATRANJE UZORAKA VODE

KORAK 1: PRIPREMITE STAKALCE MIKROSKOPA

Pomoću kapaljke stavite malu kap vode iz uzorka na čisto stakalce mikroskopa.

KORAK 2: POKRIJTE I PROMATRAJTE

Nježno stavite pokrovno stakalce na kap vode, pazeći da nema mjehurića zraka. Pažljivo postavite stakalce na stalak mikroskopa i fokusirajte se na uzorak vode. Koristite mikroskop da istražite mikroskopske organizme prisutne u uzorku vode. Zabilježite njihove oblike, pokrete i sve vidljive značajke.

KORAK 3: ZABILJEŽITE SVOJE NALAZE

Napravite skice ili fotografirajte kako biste dokumentirali svoja zapažanja.

1. Koje su pH razine u vašim uzorcima? Kako to utječe na organizme koji žive u vodi?

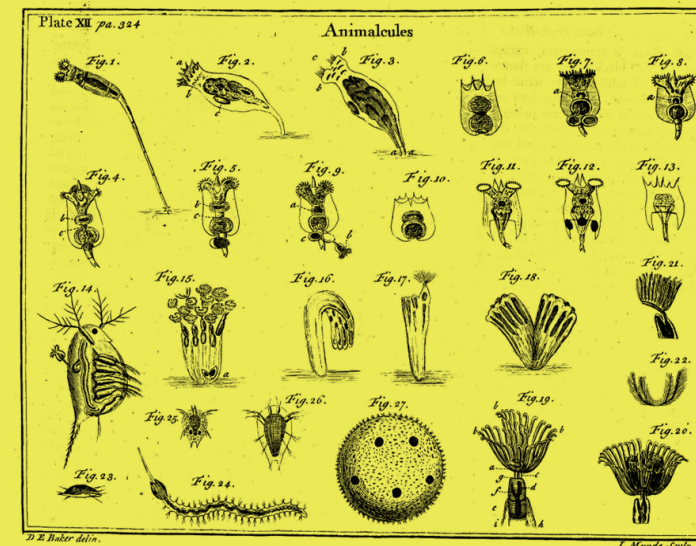
2. Pokušajte uzeti više uzoraka iz različitih izvora vode (jezerce, rijeka, more, umivaonik itd.) i odrediti njihov pH. Postoji li razlika u pH među izvorima vode? Pokušajte utvrditi što je uzrok ovih razlika.

3. Postoje li organizmi koji aktivno plivaju uokolo? Ako je tako, skicirajte ih i pokušajte ih identificirati.

4. Postoje li sedimentni (nepokretni) organizmi? Skicirajte ih i pokušajte ih identificirati.

5. Možete li odrediti što su fotosintetski i heterotrofni organizmi? (Prvi jedu druge organizme, a drugi se hrane organskim česticama.) Jesu li svi fotosintetski organizmi u vašem uzorku sedimentni (poput biljaka) ili se neki od njih kreću? Jesu li svi organizmi koje vidite protozoe i alge ili postoje i druge vrste živih organizama?

6. Jeste li primijetili razliku između izvora vode u pogledu broja vrsta i organizama koje ste pronašli?



Animalcules Henryja Bakera, 1754.
 (iz Wellcome images, Wellcome Trust, britanska dobrotvorna organizacija CC BY 4.0)

3.2.3 INTERAKCIJA

Ekološke interakcije igraju ključnu ulogu u oblikovanju ekosustava i održavanju osjetljive ravnoteže života na Zemlji. Te interakcije obuhvaćaju široku lepezu odnosa između organizama i njihovog okoliša, što rezultira složenom mrežom ovisnosti koja održava život kakav poznajemo. Mogu se klasificirati kao intraspecifične i interspecifične interakcije.

Intraspecifične interakcije uključuju interakcije između jedinki iste vrste. Ove interakcije su kritične za aktivnosti kao što su parenje, suradnja, natjecanje za resurse unutar populacije i uspostavljanje društvenih hijerarhija, a sve to utječe na dinamiku populacije i ponašanje određene vrste u njenom okruženju.

Interspecifične interakcije odnose se na odnose i interakcije između različitih vrsta u ekosustavu

Interspecifične interakcije odnose se na odnose i interakcije između različitih vrsta u ekosustavu. Ove interakcije mogu imati različite oblike, kao što su grabežljivost, uzajamnost, kompeticija ili komenzalizam, i igraju ključnu ulogu u oblikovanju strukture i funkcije ekosustava.

Najvažnije vrste interakcija koje treba razumjeti su:

- ⊕ **PREDACIJA** je temeljna ekološka interakcija u kojoj jedan organizam, poznat kao grabežljivac, lovi, ubija i konzumira drugi organizam (plijen) za preživljavanje. Ova interakcija igra ključnu ulogu u regulaciji populacije, poticanju evolucijskih prilagodbi i održavanju ekološke ravnoteže unutar ekosustava.
- ⊕ **PARAZITIZAM** je simbiotski odnos u kojem jedan organizam (parazit) ostvaruje korist na račun drugog organizma (domaćina) dobivanjem hranjivih tvari, skloništa ili drugih resursa. Te interakcije mogu varirati od mikroskopskih parazita poput bakterija do velikih organizama poput krpelja i trakavica. Često

imaju značajan utjecaj na zdravlje i ponašanje parazita i domaćina.

- ⊕ **MUTUALIZAM** je fascinantna ekološka interakcija koja uključuje dvije ili više vrsta u međusobno povoljnom odnosu koji povećava njihove izgleda za preživljavanje i reprodukciju. Primjeri uključuju oprašivanje koje obavljaju životinje kao što su pčele, kolibriči i šišmiši, koji imaju koristi od nektara dok olakšavaju reprodukciju biljaka, te vitalnu ulogu koju životinje igraju u širenju sjemena, bilo kroz gutanje i izlučivanje ili pričvršćivanje sjemena na krzno ili perje. Ove interakcije pokazuju izvanredne načine na koje organizmi surađuju u prirodi kako bi postigli zajedničke ciljeve.
- ⊕ **KOMENZALIZAM** je ekološka interakcija u kojoj jedna vrsta ima koristi dok druga ostaje nepromijenjena. Primjer je odnos između ribe remora i morskih pasa: remora se veže za morskog psa kako bi stopirala, dobivajući zaštitu i pristup hranjivim tvarima bez štete ili koristi morskom psu na bilo koji način.
- ⊕ **KOMPETICIJA (SUPARNIŠTVO, NATJECANJE)** za resurse još je jedna ključna ekološka interakcija. Kada se dvije ili više vrsta bore za iste ograničene resurse (npr. hranu, vodu ili sklonište), one se bore za opstanak. Ovo natjecanje može dovesti do evolucije specijaliziranih osobina ili ponašanja koja omogućavaju vrstama koegzistiranje zauzimanjem malo različitih niša unutar ekosustava. Natjecanje se javlja i između jedinki iste vrste.

3.2.3.1. OPĆI PROMATRAČKI UPITNIK

Pomoću ovog upitnika zabilježite opažanja odabranog objekta iz poglavlja 3.2.1.

Promatrajte odabrani objekt kroz različita doba dana/više od jednog dana/kroz različita godišnja doba.

1. **Koliko sunčeve svjetlosti pada na vaš promatrani objekt? Postoji li jednaka količina sunčeve svjetlosti posvuda na vašem objektu?**
2. **Promatrajte biljni svijet na iu odabranom objektu. Gdje rastu? Vole li više sunčana ili sjenovita mjesta? Pokušajte ih identificirati.**
3. **Promatrajte različite životinje na i unutar svog objekta. Žive li na ili u objektu ili tamo provode samo dio vremena? Što tamo rade (hrane se, nalaze sklonište itd.)? Pokušajte ih identificirati.**
4. **Postoje li dijelovi objekta koje neki organizmi preferiraju, a neki koje aktivno izbjegavaju? Ako da, koje i zašto?**
5. **Nabroj sva živa bića koja si uočio tijekom promatranja.**
6. **Postoje li dijelovi dana ili godišnja doba kada su neki organizmi aktivniji, a neki manje? Utječu li im vremenske prilike?**
7. **Pokušajte napisati još nešto što ste mogli primijetiti tijekom svojih promatranja.**

3.2.3.2 EKSPERIMENT: URADI-SAM MEDENA ZAMKA (ZA KUKCE) I UPITNIK ZA PROMATRANJE

Kukci su nevjerojatno raznoliki i brojni članovi životinjskog carstva, a njihov doprinos ekologiji je opsežan i vitalan. Imaju ključnu ulogu u raznim ekološkim procesima:

- ⊕ U području oprašivanja, kukci poput pčela, leptira i kornjaša ključni su za reprodukciju mnogih biljnih vrsta. Oni olakšavaju proizvodnju voća, povrća i orašastih plodova, koji ne samo da održavaju brojne vrste, već također osiguravaju bitne izvore hrane za ljudska bića.
- ⊕ U procesu razgradnje, insekti kao što su mravi, kornjaši i muhe djeluju kao prirodni reciklirači, razgrađuju mrtvu organsku tvar. Njihovi napori ubrzavaju proces razgradnje, vraćaju hranjive tvari u tlo i povećavaju plodnost tla.
- ⊕ Osim njihove uloge u razgradnji, kukci također djeluju i kao predatori te kao plijen u raznim hranidbenim lancima. Pomažu u regulaciji populacije insekata biljojeda i malih člankonožaca, pridonoseći ukupnoj ravnoteži ekosustava.
- ⊕ Insekti služe kao važni pokazatelji zdravlja okoliša. Promjene u njihovoj

populaciji ili ponašanju mogu signalizirati poremećaje u okolišu i onečišćenje, što pomaže istraživačima u procjeni dobrobiti ekosustava.

- ⊕ Kukci su značajan izvor hrane za mnoge životinje, uključujući ptice, šišmiše i vodozemce, što ih čini kritičnim izvorom energije za više trofičke razine u hranidbenim mrežama.
- ⊕ Neki kukci, kao što su termiti i mravi, smatraju se inženjerima ekosustava zbog njihove konstrukcije složenih podzemnih tunela i struktura nasipa. Ove strukture mijenjaju sastav tla i protok vode, što utječe na lokalna staništa.
- ⊕ Određeni kukci, kao što su mravi i kornjaši, pridonose širenju sjemena prenoseći sjemenke na nova mjesta, promičući tako biljnu raznolikost i pomažući biljkama da koloniziraju nova područja.
- ⊕ Insekti mogu utjecati na cikluse hranjivih tvari, osobito dušika. Neke vrste mogu vezati atmosferski dušik u oblike koje biljke mogu iskoristiti, čime doprinose plodnosti tla.

Ukratko, kukci igraju temeljnu ulogu u ekološkim procesima oprašivanja, razgradnje i kruženja hranjivih tvari, između ostalog. Njihovi višestrani doprinosi naglašavaju njihov značaj u održavanju bioraznolikosti i ekološke ravnoteže, naglašavajući važnost njihovog očuvanja i za ekosustave i za dobrobit ljudi.

U ovom eksperimentu napraviti ćemo jednostavnu uradi-sam medenu zamku koja će nam pomoći u promatranju vrsta insekata u našem okruženju..

TREBAT ĆE VAM

- ⊕ Plastična boca
- ⊕ Med
- ⊕ Škare
- ⊕ Konac ili špaga
- ⊕ Mali štapići ili grančice (po izboru)

KORAK 1: PRIPREMITE BOCU

Počnite tako da provjerite je li plastična boca čista i suha. Uklonite sve naljepnice ili ostatke.

KORAK 2: NAPRAVITE ZAMKU

Koristite škare kako biste pažljivo prerezali bocu na pola vodoravno, stvarajući dva različita dijela. Koristit ćete gornju polovicu za zamku. Okrenite gornju polovicu boce naopačke tako da otvoreni kraj bude okrenut prema dolje. Ovo će služiti kao lijevak za usmjeravanje insekata u zamku.

KORAK 3: NAPRAVITE PETLJU ZA VJEŠANJE (NIJE OBAVEZNO)

Ako planirate objesiti svoju zamku, škarama napravite dvije male rupe pri vrhu boce. Provucite konac ili špagu kroz te rupe i zavežite čvor kako biste stvorili petlju.

KORAK 4: NANESITE MED

Dno boce izdašno premažite medom. Ovo će služiti kao mamac za insekte.

KORAK 5: SASTAVITE ZAMKU

Vratite vrh obložen medom na donju polovicu boce. Provjerite jesu li rubovi ispravno poravnati.

KORAK 6: IZBORNI GRGEČ (ZA PČELE)

Ako posebno ciljate na pčele, možete umetnuti male štapiće ili grančice vodoravno kroz bocu. To će osigurati postolje na koje će pčele sletjeti.

KORAK 7: OBJESITE ZAMKU (NIJE OBAVEZNO)

Ako ste napravili omču za vješanje, pronađite prikladno mjesto za objesiti zamku. Provjerite jeste li odabrali područje aktivnosti insekata.



pH ljestvica od
sok od crvenog kupusa



Hranilica za ptice

Objesite svoju novoizrađenu hranilicu za ptice na sigurno i lako vidljivo mjesto, po mogućnosti blizu prozora. Ako je moguće, postavite ga negdje na odabrani predmet. Upotrijebite svoj upitnik kako biste zabilježili svoja zapažanja.

1. Koliko ste različitih vrsta ptica vidjeli? Možete li identificirati vrstu?
2. Što su radili? (jesti, letjeti, odmarati se itd.)
3. Jeste li primijetili neka zanimljiva ponašanja?
4. Je li u blizini bilo još životinja (vjeverica, kukaca itd.)? Ako jesu, navedite ih.
5. Pripremite dvije različite hranilice, jednu s većim sjemenkama, a drugu s manjim sjemenkama. Što promatrate? Koja je vrsta više voljela hranilicu s manjim sjemenkama, a koja hranilicu s krupnijim sjemenkama?

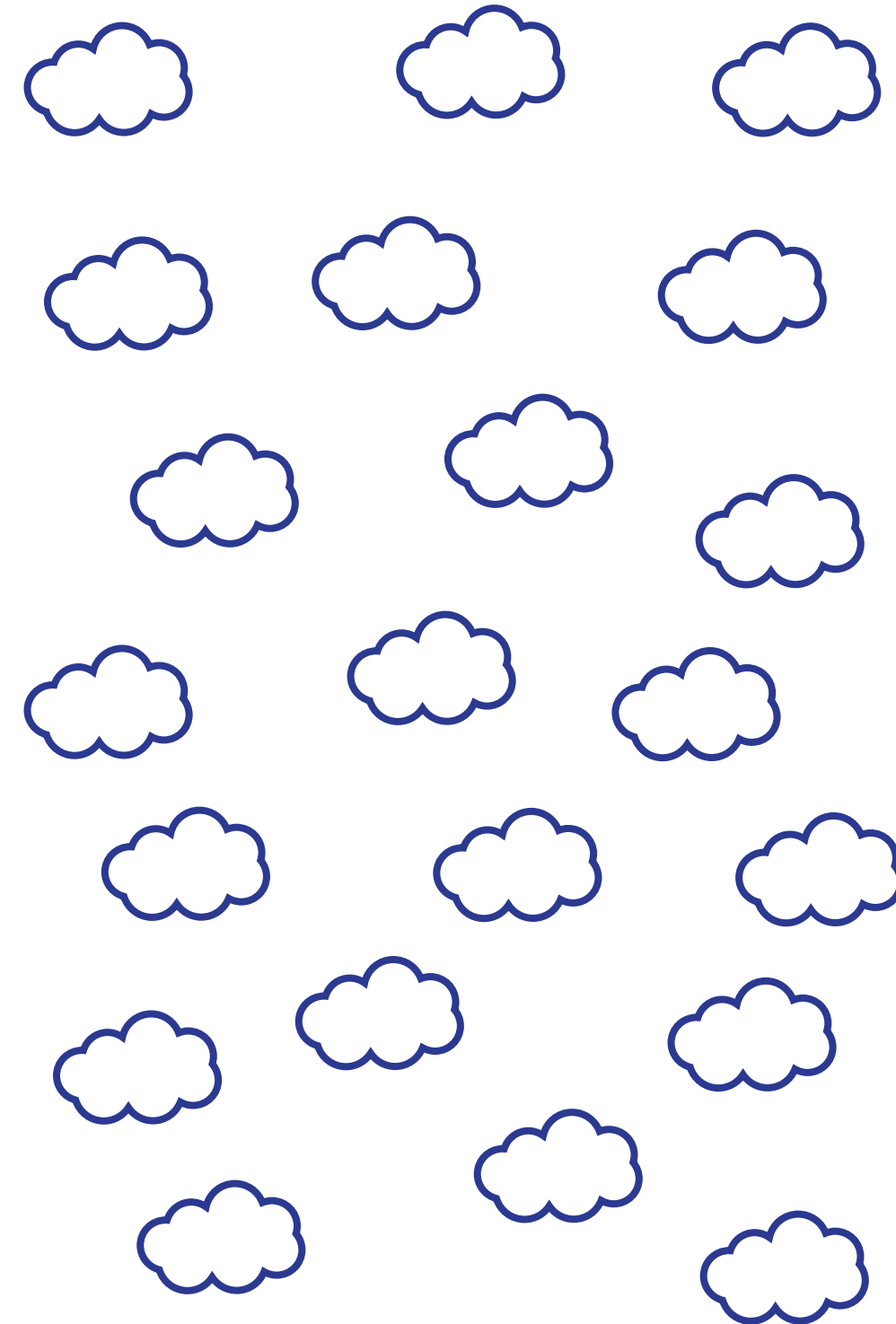
3.2.3.4. POTRAGA: MAPIRANJE PREHRAMBENE MREŽE

Upotrijebite sve podatke i zapažanja dokumentirana u ovom poglavlju kako biste stvorili vizualni prikaz bioloških interakcija u obliku mentalne mape.

Postavite nazive promatranih vrsta (biljke, životinje, alge, protozoe itd.) unutar oblaka.

Zatim povucite linije povezivanja između vrsta koje su pokazale interakcije, navodeći vrstu interakcije (npr. grabežljivost, uzajamnost itd.) duž tih linija.

Ovaj pristup će vam omogućiti vizualno razumijevanje raznolikog raspona interakcija unutar ekosustava.



INŽENJERSTVO (DIZAJNIRAJ I KREIRAJ)



Zatvoreni sustavi, sistemsko razmišljanje i dizajn

Zamislite da ste unutar mjehurića, gdje sve ostaje unutra, a ništa ne izlazi - to je zatvoreni sustav. Zatvoreni sustavi su poput vlastitih malih svjetova, gdje se sva radnja odvija unutra, bez ikakve interakcije s vanjskim okruženjem. U kontekstu razmišljanja i dizajna sustava, zatvoreni sustavi odnose se na okruženja u kojima se interakcije odvijaju isključivo unutar granica sustava, bez razmjene s vanjskim. U zatvorenim sustavima, ulazi, izlazi i procesi sadržani su unutar definiranog sustava, potičući samodostatnu dinamiku.

U tim sustavima moramo razmišljati o tome kako svi različiti dijelovi rade zajedno, baš kao dijelovi slagalice. Sistemsko razmišljanje naglašava razumijevanje međusobne povezanosti

i međuovisnosti unutar zatvorenih sustava. Promjena jednog dijela može utjecati na sve ostalo, na primjer - na primjer kako dodavanje previše hrane u akvarij može učiniti vodu mutnom. Dakle, kada dizajniramo zatvorene sustave, moramo održavati sve postojećim – održavajući ravnotežu dok smo također spremni prilagoditi se kad se stvari promijene – i također održavati stabilnost sustava (homeostazu). To je poput pronalaženja savršenog sklada između stabilnosti i fleksibilnosti kako bi naš mali svijet mogao glatko funkcionirati. Dizajniranje zatvorenih sustava uključuje pažljivo razmatranje sustava povratnih informacija, pojava ponašanja i održavanje ravnoteže. Učinkovit dizajn zahtijeva balansiranje stabilnosti i prilagodljivosti kako bi se osiguralo da sustav može učinkovito funkcionirati i razvijati se tijekom vremena unutar svog zatvorenog okruženja.

DIY mikrokozmos

Nalakši način da naučite o sistemskom razmišljanju i dizajnu je započeti s malim. Akvarij za ribe možete učiniti svojim primjerom studije slučaja (poluzatvorenog sus-

tava) ili čak možete ići manje u svijet mikroba. Ovdje vam dajemo nekoliko zanimljivih i zabavnih primjera s kojima se možete poigrati: kolona Wino gradskyja i mikrobne gorivne ćelije..

4.2.1 UPUTE: IZRADA WINOGRADSKY STUPCA

Stup Winogradsky je fascinantan i minijaturni ekosustav zatvoren u jednostavnom staklenom ili plastičnom cilindru. Nazvani po ruskom mikrobiologu Sergeju Winogradskom, ovi stupovi služe kao izvanredni modeli mikrobne raznolikosti i ekološke interakcije. Iskorištavanjem snage blata, vode i sunčeve svjetlosti, Winogradsky stupovi omogućuju znanstvenicima i entuzijastima da promatraju zamršene odnose između različitih mikroorganizama, poput bakterija i algi, dok uspijevaju u različitim ekološkim nišama unutar stupa. Ovaj jedinstveni i samoodrživi mikrokozmos nudi vrijedne uvide u biogeokemijske cikluse, kruženje hranjivih tvari i zamršenu mrežu života na mikroskopskoj razini. Winogradsky stupci nisu samo obrazovni alati, već i prozori u složeni svijet mikrobne ekologije.

Winogradsky stupci svestrani su alati s nekoliko ključnih primjena:

⊕ MIKROBNA EKOLOGIJA I RAZNOLIKOST

Koriste se za proučavanje interakcije mikroorganizama i razvoja u simuli-

ranim okruženjima, pružajući uvid u mikrobnu ekologiju i raznolikost.

⊕ BIOGEOKEMIJSKA ISTRAŽIVANJA

pomažu istraživačima da razumiju kako mikroorganizmi utječu na biogeokemijske cikluse, bacajući svjetlo na kruženje hranjivih tvari i procese u okolišu.

⊕ PRAĆENJE OKOLIŠA

mogu se koristiti kao bioindikator za procjenu zdravlja ekosustava, otkrivanje poremećaja i praćenje onečišćenja ili neravnoteže hranjivih tvari.

⊕ OBRAZOVNI ALATI

služe kao zanimljivi obrazovni alati i omogućuju učenicima promatranje ekoloških procesa i bolje razumijevanje mikrobiologije i dinamike ekosustava.

⊕ ISTRAŽIVANJE BIOREMEDIJACIJE

Ovi stupci pomažu u istraživanju strategija bioremedijacije proučavajući kako specifični mikroorganizmi razgrađuju kontaminante.

⊕ UMJETNOST I ANGAŽMAN JAVNOSTI

njihovi šareni, dinamični ekosustavi čine Winogradsky stupce privlačnim za umjetnička izlaganja i dopiranje do javnosti. Time se podiže svijest o važnosti života mikroba za okoliš..

Ovaj eksperiment će vas naučiti kako kod kuće napraviti Winogradsky stupac.

TREBAT ĆE VAM

- ⊕ Kanta
- ⊕ Mala lopata
- ⊕ Uzorci tla
- ⊕ Voda iz ribnjaka ili prokuhana voda iz slavine
- ⊕ Blato iz ribnjaka ili prljavština iz vrta
- ⊕ Plastična boca
- ⊕ Škare
- ⊕ Suho lišće ili papir
- ⊕ jaja
- ⊕ Zdjela
- ⊕ Plastična folija
- ⊕ samoljepljiva vrpca
- ⊕ Aluminijska folija (opcionalno)

KORAK 1

Započnite prikupljanjem uzoraka tla iz obližnjeg ribnjaka, potoka ili vrta. Ako nemate ribnjak ili potok u blizini, možete koristiti vodu iz slavine - ali ćete je prvo morati prokuhati kako biste uklonili klor, a zatim pustiti da se ohladi.

KORAK 2

Uzmite plastičnu bocu i škarama ili nožem pažljivo odrežite njen gornji dio na tri dijela. Pazite na oštre rubove.

KORAK 3

Odvojiti žumanjke i bjelanjke. Ljuske jajeta samljeti u fini prah, a osušene listove ili papir narezati na manje komade. Polovicu sakupljenog blata pomiješajte sa žumanjkom, ljuskom jajeta i suhim listovima/papirom.

KORAK 4

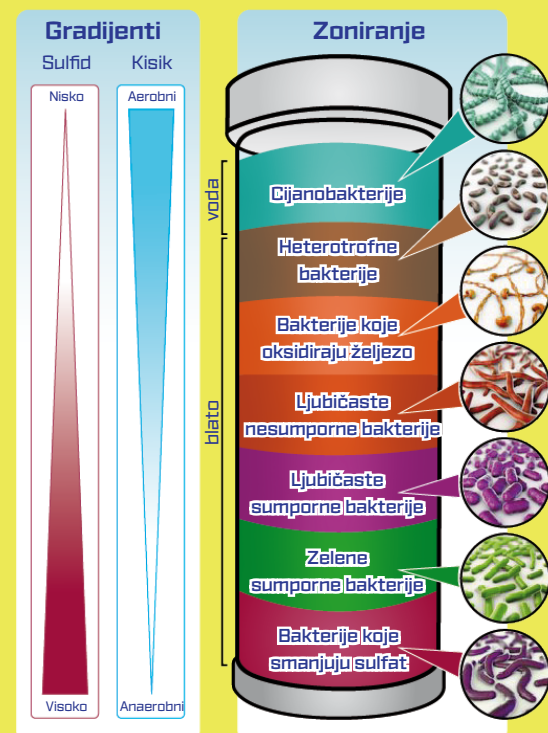
U prvu trećinu boce stavite mješavinu blata koju ste pripremili. Dodajte samo blato u drugu trećinu i samo ribnjak/prokuhanu vodu iz slavine u posljednju trećinu.

KORAK 5

Sigurno zatvorite gornji dio boce plastičnom folijom kako biste stvorili nepropusno okruženje. Stavite stupac na sunčano mjesto nekoliko mjeseci.

KORAK 6 (OPTIONAL)

Ako odlučite poduzeti dodatni korak, napravite drugi stup i potpuno ga prekrijte aluminijskom folijom kako biste blokirali svu svjetlost. Postavite ga uz prvi stupac i ostavite oba stupca nekoliko mjeseci. Nakon toga uklonite aluminij i uočite razlike između dva stupca.



Ilustracija stupca Winogradsky
od HHMI BioInteractive

Nakon nekoliko mjeseci pregledajte stupac. Obratite pažnju na različite slojeve i boje u svakom sloju.

1. Koliko različitih slojeva postoji? Kakve je boje voda na vrhu? Koje boje možete vidjeti u svakom sloju?

2. U donji sloj stavimo žumanjak, ljuske i listove. Zašto? Kako utječu na slojeve?

3. Zašto smo ih smjestili u DONJI sloj?

4. Kolike su koncentracije kisika u svakom sloju? Kako to utječe na mikroorganizme u svakom sloju?

5. Ako ste izvršili korak 6, postoji li razlika između dva stupca? Jesu li svi slojevi prisutni u oba stupca?

4.2.2 UPUTE: IZRADA MIKROBNOG GORIVNOG ČLANKA

Mikrobne gorivne ćelije (MFC) su inovativna i održiva tehnologija na sjecištu mikrobiologije i proizvodnje energije. Ovi uređaji koriste metaboličke aktivnosti mikroorganizama za izravnu pretvorbu organske tvari u električnu energiju. U osnovi, MFC-i funkcioniraju kao živi izvori energije, iskorištavajući sposobnost određenih mikroorganizama da prenesu elektrone proizvedene tijekom razgradnje organskog supstrata na elektrodu i generiraju električnu struju u procesu. Ova fascinantna mješavina mikrobiologije i energetike ima obećavajuće primjene u pročišćavanju otpadnih voda, proizvodnji bioenergije i sanaciji okoliša, pozicionirajući mikrobne gorivne ćelije kao prednju tehnologiju u potrazi za čistim i učinkovitijim energetske rješenjima.

MFC dolaze u dvije vrste: s jednom i s dvije komore. Dvokomorni MFC imaju komoru s anaerobnim uvjetima, anodu i bakterije i njihovu hranu (blato sa suhim lišćem, otpadne vode itd.), membranu koja odvaja ovu od druge komore i drugu komoru s katodom i puno kisika. Jednokomorni MFC ima sve u jednoj komori i samo drži anodu i katodu što dalje jedna od druge kako bi anoda mogla imati anaerobne uvjete, a katoda aerobne uvjete.

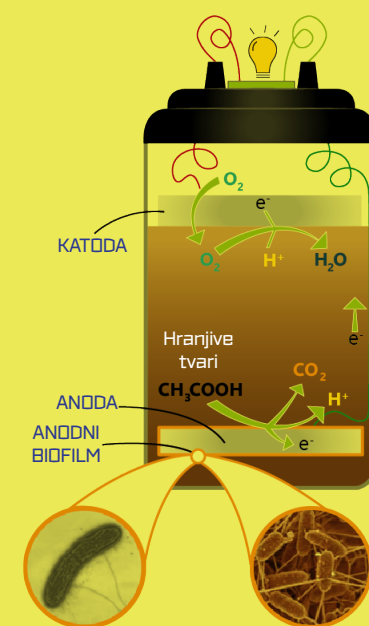
U ovom poglavlju naučit ćete kako napraviti vrlo jednostavan uradi-sam jednokomornu MFC uz pomoć mikroba koji se nalaze u mulju – takozvanu 'bateriju od blata'. Za elektrode ćemo koristiti grafit za anodu i aluminij za katodu. Grafit je vodljivi materijal koji nije štetan za bakterije, tako da mogu rasti i hraniti se njime; ovo proizvodi elektricitet koji grafit hvata. Kao izvor hrane dodat ćemo suho lišće ili papir od celuloze koji bakterije mogu razgraditi u anaerobnim uvjetima i koristiti za proizvodnju električne energije. Zbog toga anoda ide na dno gdje nema kisika. Katoda ide u vodu, gdje otpušta elektrone na kisik.

TREBAT ĆE VAM:

- ⊕ Kanta
- ⊕ Mala lopata
- ⊕ Voda iz ribnjaka ili prokuhana voda iz slavine
- ⊕ Blato iz ribnjaka ili prljavština iz vrta
- ⊕ Staklenka ili plastična posuda za urin
- ⊕ Bakrene žice
- ⊕ Papir
- ⊕ Škare
- ⊕ Suho lišće (po želji)
- ⊕ Kliješta
- ⊕ Pištolj za vruće ljepilo
- ⊕ Papir
- ⊕ Grafitna olovka
- ⊕ Aluminijska folija
- ⊕ Multimetar
- ⊕ Malo LED svjetlo (opcionalno)

KORAK 1

Uzmite kantu i malu lopatu i otidite do obližnjeg ribnjaka ili potoka. Iskopajte malo blata i ponesite malo vode sa sobom. Ako u blizini nemate ribnjak ili potok, možete upotrijebiti normalnu prljavštinu iz vrta ili parka i dodati vodu iz slavine. Ako koristite vodu iz slavine, svakako je prvo prokuhajte kako biste uklonili sav klor koji bi mogao štetiti mikroorganizmima, a zatim je ostavite da se ohladi. Dok ste vani, pokušajte skupiti malo suhog lišća ako ga ima. Ako nije, umjesto toga možete koristiti papir.



Dijagram MFC-a temeljenog na tlu (autor: MFCGuy2010 CC BY-SA 3.0)

KORAK 2

Pripremite žice tako da ih narežete na kraće komade. Potrebna su vam dva po MFC-u. Ogulite ih na oba kraja.

KORAK 3

Uzmite spremnik koji ste odabrali (preporučujemo staklene posude ili plastične posude za urin jer ih je najlakše nabaviti i koristiti) i probušite rupu na poklopcu dovoljno veliku da kroz nju prođu dvije žice.

KORAK 4

Grafitnom olovkom na papiru nacrtajte krug veličine dna vaše posude. Ispunite krug grafitnom olovkom tako da bude što tamniji. Izrežite krug. To će biti prva elektroda na kojoj će bakterije rasti i proizvoditi struju.

KORAK 5

Zalijepite jedan ogoljeni kraj žice pištoljem za vruće ljepilo na krug koji ste upravo ispunili. Pazite da se ne opečete tijekom procesa lijepljenja i pokušajte da vam ljepilo ne zalijepi između žice i papira (jer ćete je tako izolirati, sprječavanje provođenja električne energije).

KORAK 6

Stavite elektrodu na dno posude, a zatim stavite dovoljno blata/prljavštine na elektrodu da je pokrije. Zatim isjeckajte malo papira ili dodajte zgnječenog suhog lišća ako ga imate. Na to dodajte još blata/prljavštine dok ne napunite posudu do pola volumena. Dok dodajete blato, pokušajte ga stisnuti što više možete kako ne bi ostao zarobljen zrak.

KORAK 7

U posudu ulijte ribnjačku ili prokuhanu (i ohlađenu) vodu iz slavine dok je potpuno ne napunite. Uzmite drugu žicu i potpuno prekrijte jednu ogoljenu stranu aluminijskom folijom. Uronite ga u vodu i pokušajte da ne dodiruje mulj. Ovo će biti naša druga elektroda.

KORAK 8

Gurnite obje žice kroz rupu koju ste napravili na poklopcu i zatvorite ga. Pustite da odstoji oko deset minuta, a zatim multimetrom provjerite napon koji proizvodi MFC. Ako imate malo LED svjetlo (5V), možete ga pokušati spojiti i vidjeti proizvodi li svjetlo..

1. Koliki napon proizvodi? Je li bilo dovoljno napajati LED svjetlo?
2. Pokušajte napraviti nekoliko MFC-ova i spojiti ih serijski. Postoji li razlika u proizvedenom naponu? Koliko ih trebate napraviti i spojiti da biste mogli napuniti svoj telefon?
3. Pokušajte smisliti način povećanja proizvodnje električne energije. Pokušajte promijeniti veličinu elektroda, sastav i volumen tla, materijal elektrode itd. Zapišite što ste pokušali i naučili.
4. Zašto smo koristili aluminijsku foliju za drugu elektrodu ako znamo da je štetna za bakterije?
5. Ostavite MFC neko vrijeme i zatim izmjerite napon. Postoji li razlika u proizvedenoj električnoj energiji? Ako je tako, kada se to počelo događati? Je li se napon povećao ili smanjio?



Dragi čitatelju, došli smo do posljednjeg poglavlja ove otvorene knjige. Nadamo se da je barem malo poslužio svojoj namjeni: pobuditi želju u tebi za istraživanjem nevjerojatnog svijet oko nas, te da pod inspiracijom stvaraš nove stvari. Za kraj, pozivamo te da osmisliš vlastiti budući istraživački/inženjerski projekt.

Sigurni smo da su ti mnoge ideje pale na pamet istražujući ovu knjigu. Želja nam je da stečeno znanje i iskustvo iskoristiš te da svom budućem radu pristupiš sustavno.

Napravili smo kratki vođeni upitnik koji će ti pomoći da planiraš ostvariti svoju ideju. I najbitnije: **Zabavi se!**

Dizajnirajte svoj STEAM projekt

Vođeni upitnik o razvoju osobnih ideja u radni okvir projekta.

OBRAZAC PROJEKTA

1. VRSTA PROJEKTA (označiti i ispuniti)

1.1.

- znanstveni
- umjetničko-znanstveni

1.2.

- Obrazovni
- Istraživanje
- Razvoj
- Javni događaj

1.3. S kojim je znanstvenim i/ili umjetničkim područjima povezan projekt?

2. NAZIV PROJEKTA

3. CILJ PROJEKTA

4. ODRŽIVOST PROJEKTA (koja vrata projekt otvara)

4.1. Pridonosi li projekt razvoju znanosti, umjetnosti i zajednice?

4.2. Može li se projekt dalje razvijati? Nadograđeno? Ako da, kako?

4.3. Koji bi novi projekti mogli proizaći iz toga?

5. **KRATKI OPIS PROJEKTA** (navesti sve bitne podatke. Minimalno 10 rečenica)

6. SPECIFIČNI CILJEVI

7. **REZULTATI** (koji su vidljivi/opipljivi proizvodi razvojnog procesa projekta?)

8. **AKTIVNOSTI UKLJUČENE PROJEKTOM** (navesti i objasniti sve aktivnosti koje projekt obuhvaća)

9. **IZVRŠITELJI PROJEKTA** (navesti sve izvršitelje projekta, njihove funkcije i odgovornosti)

10. **PREDVIĐENO TRAJANJE PROJEKATNIH AKTIVNOSTI** (navesti ukupno trajanje projekta, okvirni ili točan datum početka i završetka te svaku fazu projekta)

Ukupna procjena:

1. faza:

2. faza:

3. faza:

4. faza:

11. **DOKUMENTACIJA** (kako će se projekt i njegov razvoj dokumentirati?)

12. **POTREBNI RESURSI** (Za sav materijal i opremu, ako se iznajmljuje, navesti cijenu)

12.1. Oprema

12.2. Usluge (usluge kao što su ispis, telekomunikacije, iznajmljivanje, certifikacije itd.)

12.3. Materijal





DIVE IN

piNa

HERA



UR INSTITUTE



Co-funded by
the European Union