

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
GEOLOŠKI ODSJEK

Karlo Lisica

Filip Šarc

Micro:bit:geo—uvođenje geoloških sadržaja u nastavu u osnovnoj školi uz pomoć suvremenih tehnologija i metoda u okviru STEM obrazovanja

Zagreb, 2018.

Ovaj rad izrađen na Geološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod vodstvom prof.dr.sc. Nenada Tomašića i doc.dr.sc. Dalibora Paara i predan je na natječaj za dodjelu Rektorove nagrade u akademskoj godini 2017./2018.

Autori izjavljuju da u trenutku predaja rada nisu diplomirali. Rad nije povezan s temom diplomskog rada ili rada izrađenog za časopis ili znanstveni skup. Rad predstavlja originalnu ideju koju su autori razvili i implementirali u praksi u obliku suvremene terenske nastave geologije za osnovnoškolsku djecu.

U Zagrebu, 30. travnja 2018.

Karlo Lisica

Filip Šarc

Popis i objašnjenje kratica korištenih u radu

micro:bit - puni naziv BBC micro:bit, mikroračunalo koju su razvili BBC, Microsoft i drugi partneri s ciljem šireg učenja programiranja i praktične primjene u suvremenom obrazovanju u okviru STEM i drugih područja.

STEM – znanost (Science), tehnologija (Technology), inženjerstvo (Engineering) i matematika (Mathematics) – suvremeno znanstveno obrazovanje za zanimanja 21. stoljeća

STEAM – ponekad se naziva i STEM 2.0 – integracija STEM koncepta s umjetnošću (Arts)

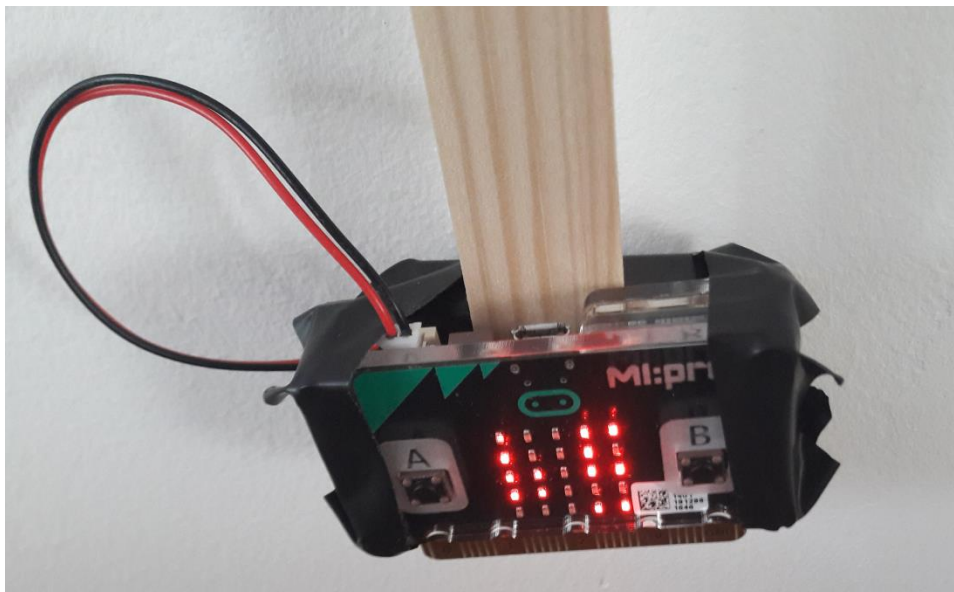
Sadržaj rada

1. Uvod	1
2. Ciljevi rada	6
3. Materijali i metode	7
4. Rezultati i rasprava	12
5. Zaključak	39
Zahvale	42
Popis literature	43
Sažetak	45
Summary	46
Kratki životopisi autora	47

1. Uvod

Znanstveno obrazovanje u fokusu europskog obrazovanja

Ubrzani razvoj znanosti i tehnologije kroz 4. znanstveno-tehnološku revoluciju dovodi do ogromnih promjena u Europskoj uniji. Zanimanja 21. stoljeća sve više potiskuju stara, a procjene stručnjaka su da djeca koja sada ulaze u obrazovni sustav, kada završe s obrazovanjem neće imati na raspolaganju preko 50% današnjih zanimanja. Zanimanja 21. stoljeća u najvećoj su mjeri bazirana na znanjima i vještinama u okviru STEM područja. Znanstveno obrazovanje usmjereno na STEM (odnosno na STEAM - STEM 2.0 u koji dodajemo umjetnost) postaje strateški pravac u obrazovanju Europske unije. Pri tome je neupitno da znanstveno obrazovanje treba svoj djeci bez obzira što će kasnije raditi u životu. Znanost djeci otvara um čudima prirodnog svijeta, osposobljava ih kognitivnim alatima za rješavanje problema koji će im koristiti u budućnosti. Kroz znanost upoznaju univerzalnost i eleganciju zakona znanosti, a kao građanima znanost pomaže djeci u razvoju mentalnih i moralnih predispozicija (Hazelkorn, 2015). I u najnaprednijim obrazovnim sustavima javlja se sve veći procjep između obrazovanja s jedne strane i suvremene znanosti, tehnologije i potreba društva s druge. Istraživanja kognitivnog razvoja djece pokazuju da je djecu poželjno što ranije izložiti znanstvenim temama uključujući i najaktualnije teme današnje znanosti i tehnologije (Slika 1).



Slika 1. Micro:bit mikro računalo omogućuje direktno uvođenje suvremene tehnologije u obrazovni sustav. Uređaj je korišten i u okviru ovog projekta.

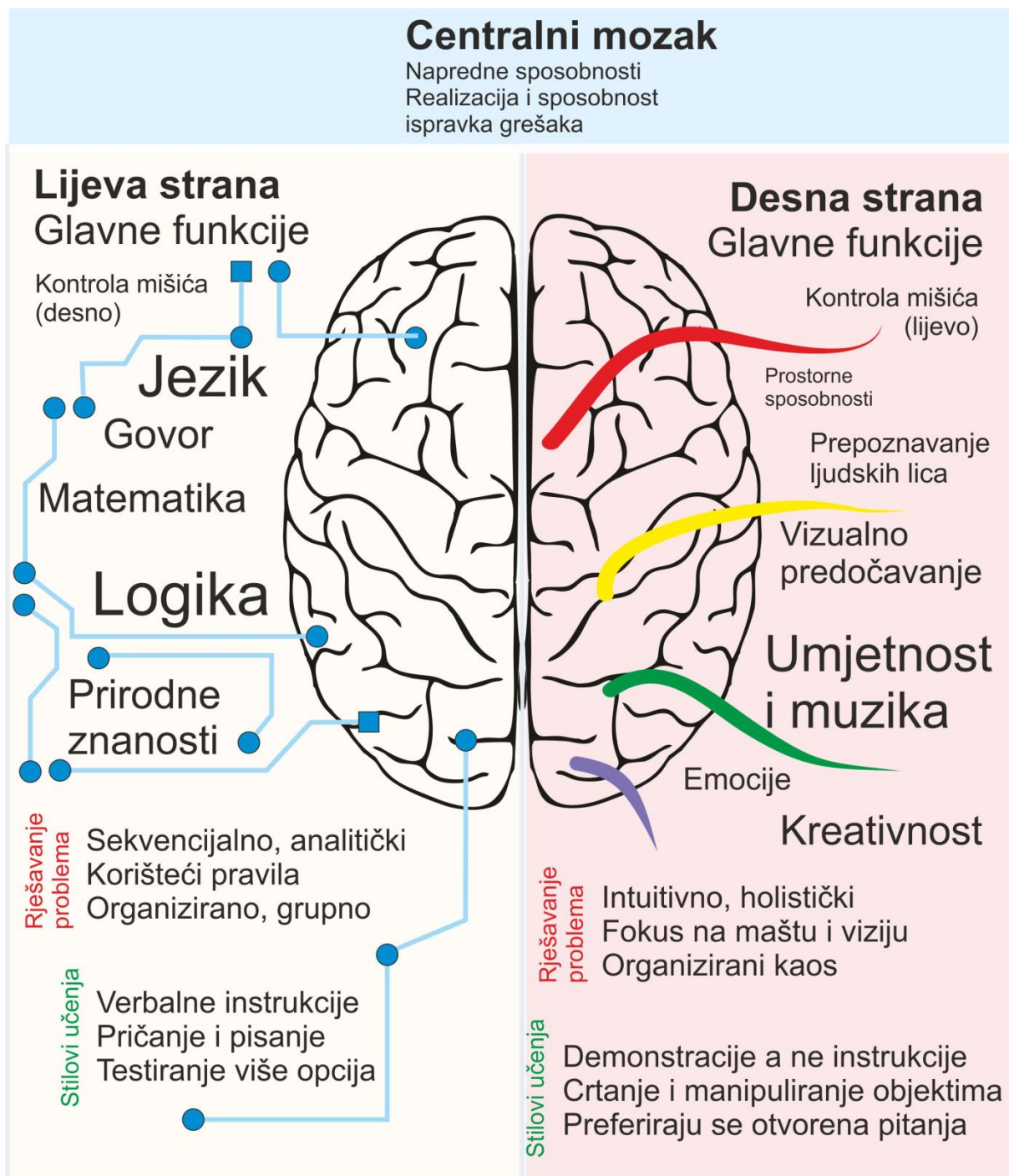
Europska unija se suočava s manjkom znanstveno obrazovanih ljudi, stručnjaka u područjima znanosti, tehnologije, inženjerstva, umjetnosti i matematike (STEM) na svim razinama društva i ekonomije. Obrazovni sustavi ne uspijevaju pratiti izuzetno brz razvoj znanosti i tehnologije. Stoga se u obrazovanju definiraju strateške teme: jačanje znanja, inovacija i kreativnosti uz nove načine za poticanje znatiželje i kognitivnih mogućnosti djece te proširenje mogućnosti učenja znanosti u formalnom i u neformalnom okruženju. Naglasak se stavlja na vještine i kompetencije 21. stoljeća.



Slika 2. Dokumenti ekspertne skupine Europske komisije – strategija obrazovanja 21. stoljeća.

U strateškim dokumentima Europske komisije (Hazelkorn, 2015; Rocard i sur., 2007) znanstveno obrazovanje (u najširem smislu, u okviru svih područja, predmeta, aktivnosti) postaje ključna komponenta cjelokupnog učenja od vrtića do aktivno angažiranog građanina (Slika 2). Fokus se stavlja na kompetencije u STEM području uz neprestano poboljšanje kvalitete učenja kroz podizanje kompetencija nastavnika i kontinuirani profesionalni razvoj, privlačenje visokokvalificiranih i motiviranih ljudi u nastavnički kadar uz osiguranje statusa i prestiža profesije, smanjenje procjepa između obrazovanja i aktualne znanosti i primjena. Znanstvene spoznaje o ranom razvoju mozga djece (Nelson i sur, 2000; Shonkoff&Phillips, 2000; Thompson&Nelson, 2001) izazvale su revolucionarne promjene u suvremenom

predškolskom obrazovanju, pa znanstveno obrazovanje treba započeti najkasnije u 4. godini života (Slika 3).



Slika 3. Funkcije pojedinih dijelova mozga. Pola mozga nije dovoljno: koncept STEAM povezuje funkcije lijeve i desne strane mozga. Priređeno na temelju (URL3, 2014).

Rano znanstveno učenje danas postaje integralni dio nacionalnih standarda. Ono se ne bazira samo na sadržaju, već razvija vještine, kreativnost, eksperimentiranje i rješavanje problema.

Uvodeći znanost na razvojno prikladan način, podržavamo dječja senzorska istraživanja njihovog svijeta i dajemo im temeljna znanja i vještine cjeloživotnog znanstvenog učenja i razumijevanja prirode (Trundle&Sackes, 2015).

Uloga visokog obrazovanja u transformaciji cjelokupnog obrazovnog sustava

Uloga sustava visokog obrazovanja ključna je u implementaciji novih okvira, sadržaja i metoda obrazovanja od rane dobi (koje sukladno europskim standardima počinje od 4. godine života) sve do cjeloživotnog učenja. Prateći aktualni razvoj znanosti i tehnologije, visoko obrazovanje treba neprestano raditi na prilagodbi suvremenih sadržaja na svim razinama obrazovanja. Pri tome se naglasak stavlja na temeljne odrednice transformacije današnjeg obrazovanja:

- teme koje se obrađuju stavljaju se u kontekst aktualnih problema današnjice,
- istraživački usmjerena, projektna i terenska nastava osiguravaju aktivan angažman učenika i stjecanje trajnih znanja i vještina,
- obrazovanje treba biti podloga za zanimanja 21. stoljeća – STEAM područja i specifične vještine: rješavanje problema, kreativnost, timski rad i niz drugih.

Da bi se u nastavu uveli ovi koncepti, potrebno je prirediti konkretne programe, razraditi metode i aktivnosti fokusirajući se pri tome na cjelokupni razvoj znanja i vještina koje dijete stječe ne samo kroz formalno već i kroz neformalno i informalno („životna škola“) obrazovanje. Doprinos razvoju programa u kontekstu suvremene znanosti daje europski časopis za učitelje u znanstvenom obrazovanju (URL2, 2018).

Geološki sadržaji u formalnom i neformalnom obrazovanju

Hrvatsko obrazovanje ima veliki nedostatak geoloških sadržaja, kako u okvirima formalnog tako i neformalnog obrazovanja. Geološki sadržaji u okviru formalnog obrazovanja pojavljuju se sporadično u okviru pojedinih predmeta u osnovnoj i srednjoj školi. U tematiku se ne ulazi duboko, niti se povezuje s aktualnim znanjima i problemima današnje geologije.

Zbog razvoja znanosti i tehnologije europsko obrazovanje prolazi kroz velike promjene, a jedna od njih je da se fokus znanstvenog obrazovanja na svim razinama okreće prema konkretnim problemima današnjice. To je presudno za motivaciju učenika, ali i za usmjeravanje prema znanjima i vještinama koje trebaju suvremenom društvu. Jedan od temeljnih problema današnjice je razumijevanje funkcioniranja Zemlje kao vrlo kompleksnog sustava u čijim istraživanjima sudjeluje niz znanstvenih disciplina. Geologija je među njima

jedna od temeljnih znanstvenih disciplina. Zato je u okviru suvremenog obrazovanja potrebno uvesti geološke sadržaje i to već od ranog učenja uz ostala temeljna STEAM područja.

Važnost terenske nastave u suvremenom obrazovanju

Izvanučionička, odnosno terenska nastava je jedan od najvažnijih oblika suvremene nastave 21. stoljeća (Slika 4). Ovaj oblik nastave izuzetno je učinkovit u kontekstu motiviranja, inspiriranja ali i stjecanja praktičnih znanja i vještina. Uspješnost pojedinih obrazovnih sustava je u direktnoj vezi sa satnicom terenske nastave koju učenici imaju. S obzirom da je geologija fokusirana na proučavanje Zemlje, njenih svojstava i procesa, odnosno istraživanje prirode, terenska nastava je logičan izbor.



Slika4. Uloga i ciljevi terenske nastave.

2. Ciljevi rada

Glavni cilj rada je razviti obrazovni program kojim bi se neki od geoloških sadržaja mogli implementirati u sadašnji obrazovni sustav. Osnovna ideja je integracija suvremenih metoda i opreme i implementacija u okviru istraživački orijentirane i projektne nastave.

Uz razvoj programa, uključujući pripremu opreme i izvedbenog plana, cilj rada je pokazati da je u ovom radu odabrani način prezentacije atraktivan, motivacijski i poticajan za učenike.

Zato je poseban cilj rada realizacija u praksi: održati terensku nastavu baziranu na suvremenim konceptima terenske i istraživačke nastave, za djecu osnovnoškolskog uzrasta gdje se kroz tri teme obrađuju odabrani geološki sadržaji.

Želi se pokazati da stručnjaci mogu uvoditi visokokvalitetne sadržaje u sve razine obrazovnog sustava. Kako se ističe u strateškim dokumentima Europske komisije, dionici u znanstvenom obrazovanju djece trebaju neprestano uvoditi suvremene sadržaje i metode kako bi se smanjio veliki procjep između ubrzanog razvoja znanosti i tehnologije i puno tromijeg obrazovnog sustava.

Ovaj rad također ističe bitnu činjenicu vezanu uz obrazovanje 21. stoljeća, a to je da materijalna sredstva i oprema za izvedbu vrhunskog obrazovanja nisu skupi i definitivno nisu razlog da se obrazovanje ne razvija u tom smjeru. Danas su najskuplji znanja i vještine, dakle najvrjedniji su dobro obrazovani, motivirani nastavnici. Hrvatski obrazovni sustav treba naći načina kako da vrhunske nastavnike odgovarajuće financijski podrži, ali i da kroz sustav potiče nastavnike da neprestano rade na svojim kompetencijama i vještinama.

Ideje prezentirane u ovom radu primjeri su u kojem pravcu vrhunsko obrazovanje treba ići. Odlika vrhunskog nastavnika je da prenoseći znanja, motivirajući učenike, potičući ih na rad i razvoj vlastitih vještina, uvijek ima na umu puno širu sliku, koja duboka znanja djeca stječu obrađujući pojedinu tematiku odabranom metodom. Metode prezentirane u ovom radu imaju upravo tu pozadinu, a to je postupak kojim se dolazi do zaključaka o prirodi i stvaraju nova znanja. Taj postupak se naziva znanstvena metoda i na brojne načine se implementira u svim područjima znanosti. Postupak kojim dijete konstruira mjerni instrument, izvodi mjerenje, diskutira o rezultatima i donosi zaključak treba biti nešto što dijete treba tijekom svog obrazovanja nebrojeno puta proći u brojnim znanstvenim kontekstima.

3. Materijali i metode

Za realizaciju Micro:bit:geo programa odabrali smo tri geološke teme, razradili njihovu implementaciju u nastavi. Razvoj metode baziran je na micro:bit mikroracionalima, nastavnim alatima 21. stoljeća koja su nedavno uvedeni u najbolje obrazovne sustave u Europskoj uniji te su pokazali izuzetnu učinkovitost (Bakić, 2017). Ovisno o razini prezentacije i zahtjeva koji se pred učenike postavljaju, predložena nastava se može realizirati u jednostavnijem obliku tijekom razredne nastave u 3. ili 4. razredu, a u opsežnijem obliku višim razredima osnovne škole. Uz pojedine teme diskutirani su zadaci koji su primjereni određenoj dobi.

Teme su sljedeće

- Tema A. Mjerenje vrijednosti MAGNETSKOG POLJA Zemlje
- Tema B. Mjerenje vrijednosti ubrzanja SILE TEŽE (GRAVIMETRIJA)
- Tema C. Mjerenje brzine i količine PROTOKA vode u površinskoj tekućici

U implementaciji u formalno obrazovanje svaka tema može biti zasebna terenska nastava u trajanju 1-2 školska sata, kojoj može prethoditi nastavni sat s uvodom u širu tematiku koju samo istraživanje dotiče. Također se po završetku terenske nastave može održati još jedan sat u učionici na kojem bi se diskutirala prikupljena iskustva, analizirali kvantitativni podaci koji su izmjereni na terenu i diskutirao njihov lokalni i globalni značaj.

3.1 Mjerni instrument u geologiji

Jedan od vrlo važnih elemenata Micro:bit:geo programa je upotreba mjernog instrumenta u svrhu prikupljanja znanstvenih podataka (Slika 5). Radi se o razumijevanju znanstvene metode. U prvom koraku promatramo prirodu, postavljamo pitanja. Da bi došli do odgovora moramo istraživati (znanstveno istraživanje). Metoda kojom istražujemo, odnosno promatramo prirodu je mjerenje odabranih varijabli kojima prirodu opisujemo (znanstveno mjerenje). Da bi mogli izvesti mjerenje potreban nam je mjerni instrument.



Slika 5. Priprema mjernog instrumenta u okviru terenske nastave micro:bit:geo.

U okviru ovog programa učenici se dakle upoznaju s konceptom i ulogom mjernog instrumenta te sudjeluju u njegovoj konstrukciji s ciljem mjerenja varijable, do koje su prethodno došli postavljajući pitanja zašto se nešto događa. Ovisno o dobi učenika, konstrukciju instrumenta mogu raditi manje ili više samostalno, ili potpuno samostalno uz tek male intervencije nastavnika. Tijekom same konstrukcije instrumenta, testiranja, upoznat će se s nizom bitnih elemenata koji mogu utjecati na relevantnost izmjerene veličine, kao što su pogreške u konstrukciji, problemi kalibracije ili nepredviđene pojave koje bitno utječu na rezultat mjerenja (Slika 6).



Slika 6. Mjerenje magnetskog polja geološkog uzorka. Izvođenje mjerenja u okviru terenske nastave jedan je od najmoćnijih alata za stjecanje praktičnih znanja i vještina. Mjerni instrument omogućuje djetetu istraživanje prirode, direktno stjecanje iskustava i poticanje na postavljanje pitanja.

U realnom svijetu svako mjerenje ima brojne izazove. Izazovi se predstavljaju i pred učenike, a oni trebaju pronaći metode kako da se s njima suoče. Ova tema posebno je diskutirana u diskusiji, odnosno implementaciji tijekom terenske nastave.

3.2 Terenska nastava micro:bit:geo

Implementacija u ovom radu razvijenih nastavnih koncepata izvedena je terenskom nastavom u Samoboru održanom 28. travnja 2018. godine (Slika 7). Nastavu su vodili autori ovog rada, a izvedena je za grupu od 36 sudionika, djece osnovnoškolske dobi te učitelja i roditelja koji su pokazali znatan interes za ovakav način izvođenja nastave. Osim detaljno razrađenog plana izvedbe, dokumentiran je sam tijek izvođenja nastave. Fotodokumentaciju je napravio Tomica Rubinić.



Slika 7. Početak terenske nastave geologije u okviru ovog projekta. Nastava u trajanju oko 3 školska sata je izvedena 28.4.2018. u parku ispred Samoborskog muzeja, u prostoru muzeja te u obližnjem potoku Gradna.

Sukladno prethodno izloženom planu obrađene su sve tri teme iz geologije, a djeca su aktivno sudjelovala u definiranju problema istraživanja, pripremi mjerne opreme, izvedbi mjerenja, obradi rezultata i donošenju zaključka. Time su djeca prošla kompletan postupak znanstvenog istraživanja, odnosno upoznala se sa konkretnom primjenom znanstvene metode u proučavanjima prirode, odnosno problema bitnih za geologiju.

Vrlo duboka poruka koju su djeca ponijela sa sobom bila je da je proces znanstvenog zaključivanja podloga znanja i tehnologija današnjice te da postoje principi znanstvene metode kojih se uvijek treba striktno pridržavati neovisno o tematici (Slika 8). Zbog toga se u suvremenom obrazovanju znanstvena metoda stavlja u središte obrazovnog procesa (Slika 9).



Slika8. Pojednostavljeni prikaz koraka znanstvene metode. Znanstvena metoda je okosnica suvremenog obrazovanja.



Slika 9. Na terenskoj nastavi djeca aktivno istražuju prirodu.

4. Rezultati i rasprava

4.1 Tema A. Mjerenje vrijednosti MAGNETSKOG POLJA Zemlje

Zemljin magnetizam je jedna od važnih tema u geologiji. Krajem 16. stoljeća William Gilbert je utvrdio da je Zemlja gigantski magnet. Znanstvene spoznaje o geomagnetizmu razvijaju se još od 250 godina pr.Kr. do modernog doba kada se koristeći suvremene fizikalne metode geomagnetski podaci koriste u rekonstrukciji geoloških procesa (Campbell, 2003; Lanza&Meloni, 2006).

U okviru ove teme djeci bi se ukratko predstavili koncepti magnetskog polja te koristeći kompas pojasnilo zašto se igla kompasa zakreće. Kako klasični kompas ne omogućava kvantitativno mjerenje jakosti magnetskog polja, potreban nam je drugi instrument kojim bi to izveli. Pojasnili bi pojam senzora (magnetometra) kao detektora jakosti magnetskog polja koji to omogućuje.

Nakon upoznavanja s micro:bit mini računalom, djeci se objašnjava da ono upravo ima integriran traženi senzor. Na pločici se pokazuje pozicija tog minijaturnog senzora. Ovisno o dobi djece i prethodnom znanju programiranja ukratko pojašnjavamo osnovne korake u programiranju micro:bit računala.

Nakon što micro:bit programiramo, slijedi testiranje koje može uključivati magnete koje približavamo senzoru. Približavanjem magneta senzoru moramo vidjeti zamjetnu promjenu. Nakon toga uređaj možemo primijeniti na odabranim geološkim uzorcima, ili se kretati odabranom rutom po terenu i bilježiti promjene.

Globalna pitanja kojih se dotičemo

Zašto je Zemlja veliki magnet i zašto ne razumijemo u potpunosti magnetsko polje Zemlje?
Kako proučavanje magnetskog polja u stijenama može pomoći suvremenim geološkim istraživanjima?

Pitanja za diskusiju i istraživanje

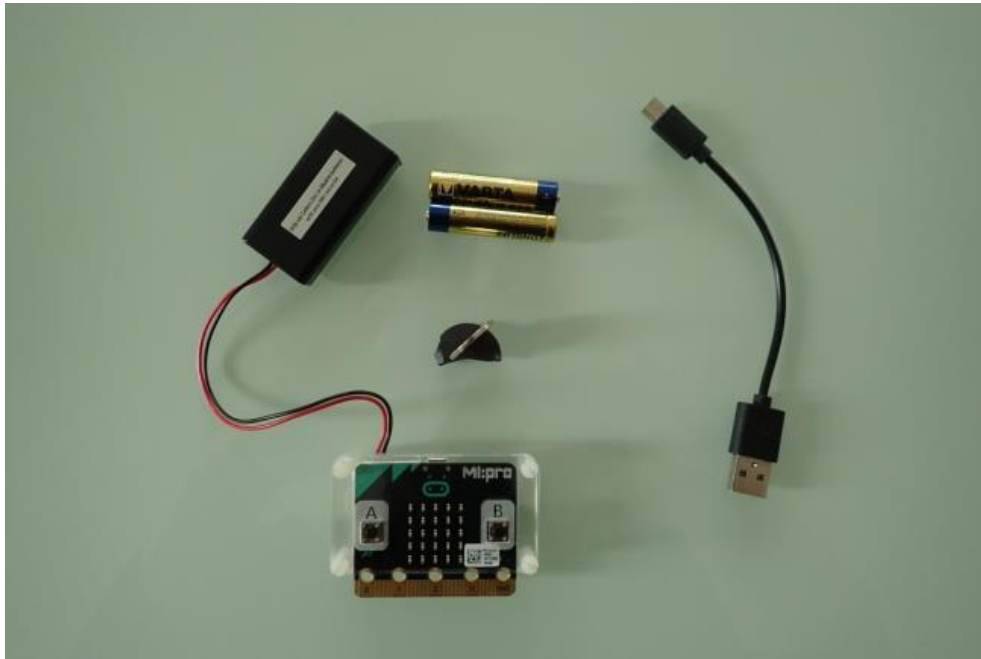
Koja to nevidljiva sila pomiče iglu na kompasu? Što se dešava kada kompasu približavamo magnet?

- Što stvara magnetsko polje i na koji način ga izražavamo?
- Zašto Zemlja ima magnetsko polje? Na koji način se stvara?
- Zašto je magnetsko polje promjenjivo u prostoru?

- Rasprava o problemu promjenjivosti magnetskog polja, tumačenje dobivenih podataka i definiranje uloge u geologiji i općenito na Zemlji.

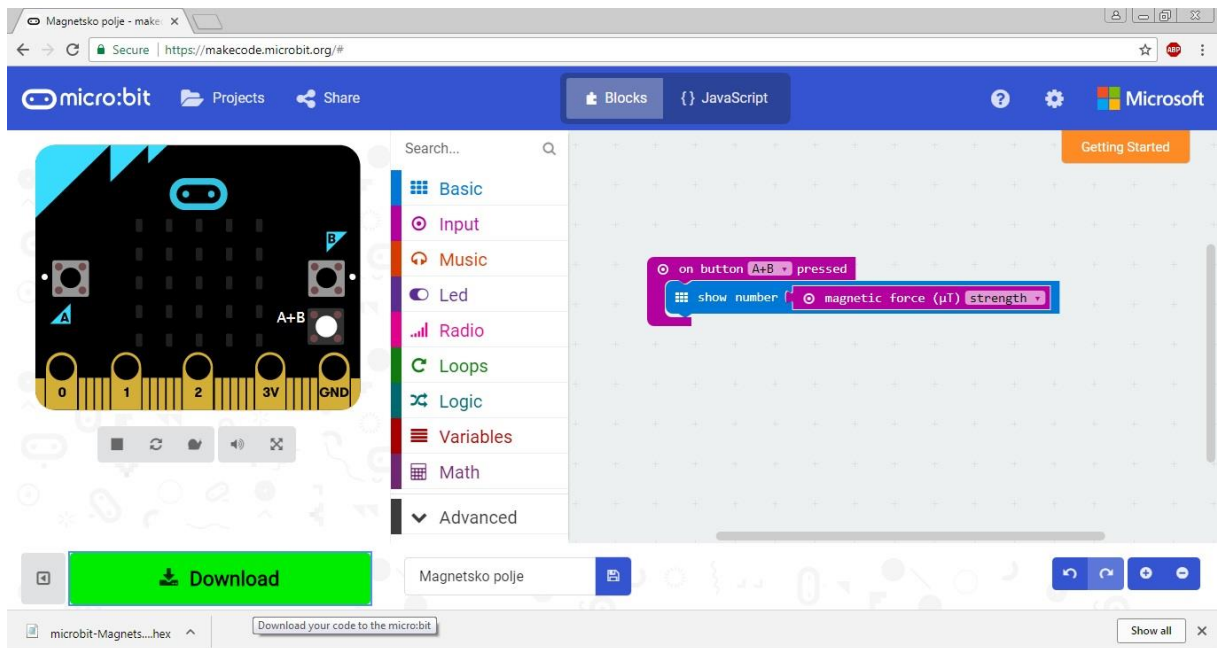
Razrada metoda

Priprema programa: za izvedbu mjerenja vrijednosti magnetskog polja potreban nam je micro:bit s baterijama i magnet (Slika 11).



Slika 11. Micro:bit mikro računalo jedan je od najsvremenijih nastavnih alata današnjice.

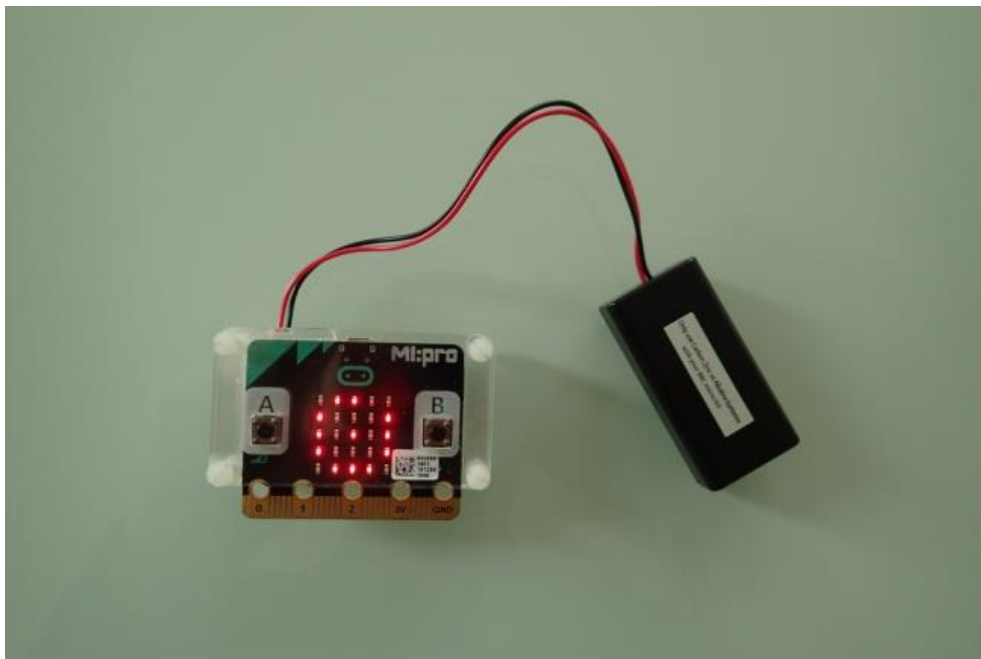
Da bi micro:bit-om očitavali vrijednost koju izmjeri odabrani senzor, potrebno ga je programirati. Programiranje se može napraviti putem web stranice micro:bit projekta (URL1, 2018) u JavaScriptBlocs ili Phyton programskom jeziku. Programiranje je moguće i putem aplikacije za Android i iOS operativne sustave. Program preuzet s web stranice na računalo je spremljen u obliku .hex datoteke. Program u Block editoru i njegovo prebacivanje na micro:bit prikazano je na slici 12. Navedenu datoteku potrebno je prebaciti u mapu micro:bit-a koji je USB kabelom spojen na računalo. Ukoliko je program uspješno prebačen na micro:bit na njemu treperi žuto svjetlo. Micro:bit je tada spreman za korištenje.



Slika 12. Program u Microsoft Block editoru – upravljanje micro:bit računalom.

Programski kod u JavaScript-u:

```
input.onButtonPressed(Button.AB, () => {
  basic.showNumber(input.magneticForce(Dimension.X))
})
```



Slika 13. Kalibracija micro:bit računala.

Kalibracija se izvodi prvi puta kada koristimo program na način da se iscrtava krug na ekranu od LE dioda pomicanjem micro:bit računala prema uputama ispisanim na ekranu (Slika 13). Nakon tog postupka micro:bit je spreman za mjerenje magnetskog polja.

Mjerenje se izvodi pritiskom na oba prekidača na micro:bit-u prilikom čega se na ekranu ispisuje vrijednost magnetskog polja u μT . Napomena: vrijednost se prikazuje s predznakom koji ovisi o orijentaciji magnetskog polja. Negativni predznak za južni, a pozitivan za sjeverni magnetski pol (položaj magnetskih polova je približno obrnut od geografskih polova). Mjerenja se vrše na više mjesta u zatvorenom i otvorenom prostoru. Npr. u učionici, na ulici, u parku. Na svakom mjestu treba napraviti čim više mjerenja čije se vrijednosti zapisuju na papir (Slika 14). Na kraju je moguće izmjeriti magnetsko polje sobnog magneta u obje orijentacije pri čemu je potrebno uočiti razliku predznaka!



Slika 14. Ispunjavanje radnih listića – zapisivanje rezultata mjerenja.

U naprednijoj izvedbi koju mogu razvijati učenici viših razreda osnovne škole ili u srednjoj školi, vrijednosti izmjerene micro:bit-om mogu se prebaciti putem bežične veze na mobitel ili

računalo. Na taj način se prikupljaju podaci koji se mogu kvalitetnije statistički obraditi, npr. u Excel-u.

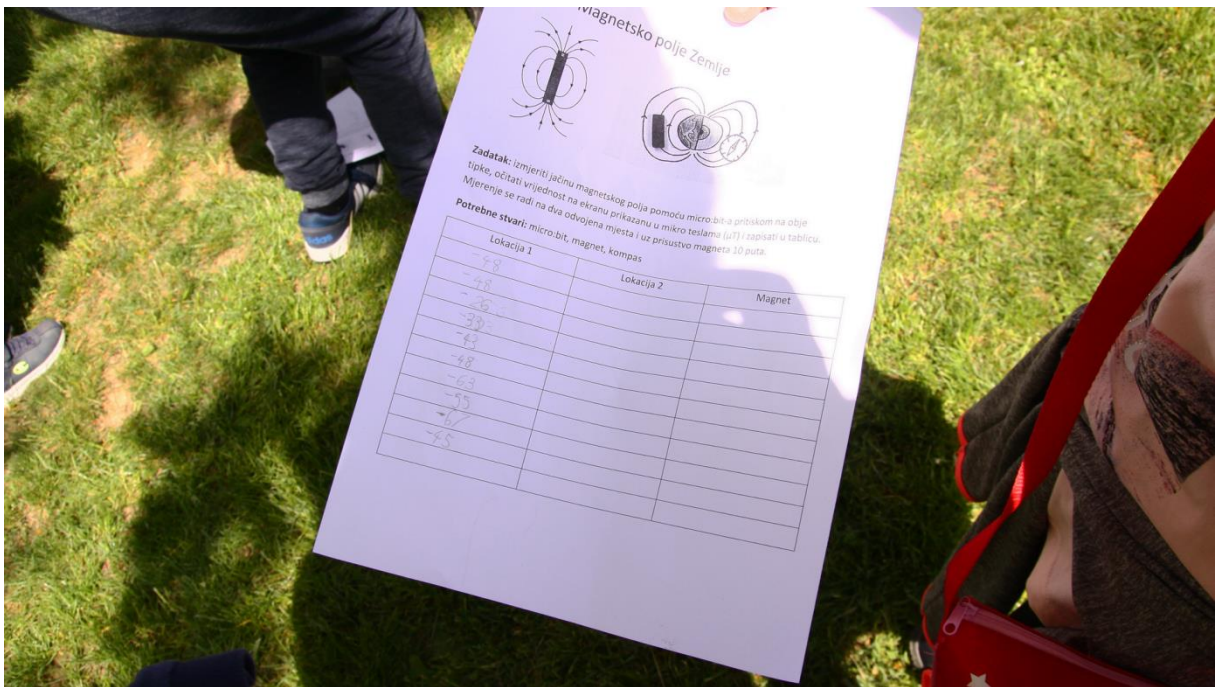
Dobiveni podaci analiziraju se računanjem aritmetičke sredine ručno ili na računalu u Excel-u. Aritmetička sredina mjeri se za svaku pojedinu lokaciju na kojoj je vršeno mjerenje. Mjerenjem i analizom dobiju se srednje vrijednosti magnetskog polja u otvorenom, zatvorenom prostoru i uz magnet. U otvorenom i zatvorenom prostoru rezultati bi trebali biti približni vrijednosti Zemljinog magnetskog polja (oko 40-70 μT) s negativnim predznakom. Mjerenjem magnetskog polja odabranog magneta, ta vrijednost bi trebala biti znatno veća i mijenjati predznak u odnosu na orijentaciju magneta. Mjeriti se može i magnetsko polje odabranog geološkog uzorka (Slika 15).



Slika 15. Mjerenje magnetskog polja geoloških uzoraka.



Slika 16. Istraživanje magnetskog polja u okolišu.



Slika 17. Zabilježene vrijednosti magnetskog polja koje su djeca izmjerila na lokaciji 1.

Diskusija

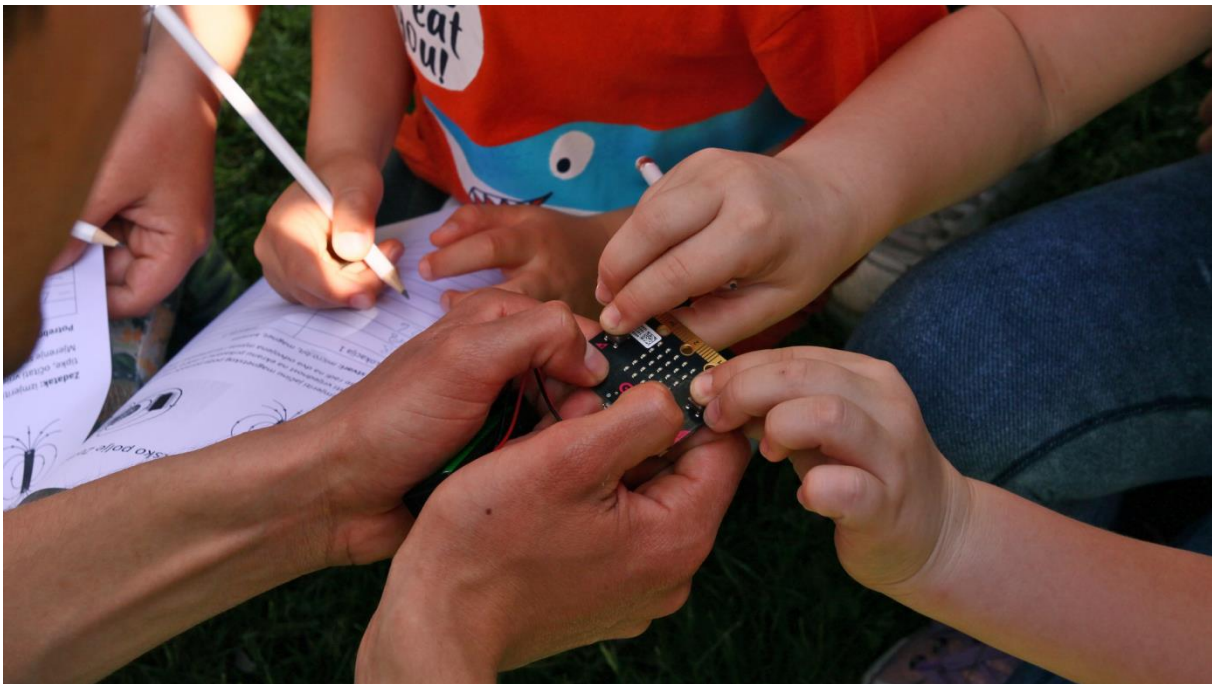
Djeca su ovim istraživanjem zaključila da jakost magnetskog polja varira u prostoru (Slika 16, 17, 20). To je rezultat prirodne promjene magnetskog polja na Zemljinoj površini ali i ljudskog faktora (električne mreže, različiti uređaji na električnu struju, metalni predmeti, itd.). Kod mjerenja uz prisutnost magneta (Slika 18) zaključujemo da je dobivena vrijednost puno veća te da je Zemljino magnetsko polje slabije u odnosu na magnet (Zemlja je "slab" magnet). Osim toga potrebno je uočiti promjenu u predznaku prilikom rotacije magneta, promjena predznaka ovisi o orijentaciji polova. U našem podneblju taj predznak je negativan jer smo blizu južnog magnetskog pola.



Slika 18. Prije mjerenja magnetskog polja Zemlje, djeca su istražila djelovanje magneta na kompas. Zatim je magnet stavljen u blizinu micro:bit računala te je izmjereno njegovo magnetsko polje.

Kada je imao pet godina Albert Einstein je od svojeg oca Hermana dobio na poklon kompas. Taj događaj bio je prekretnica u njegovom životu. Nije mu bilo jasno kako magnet može utjecati na iglu kompas bez da je dodiruje. Zaključio je da neka nevidljiva sila djeluje na iglu kompas te da je nešto duboko i skriveno iza te pojave. Magnetsko polje je prostor u kojem postoji magnetsko djelovanje i nalazi se oko svakog magneta. Zemlja kao planet također ima svoje magnetsko polje koje se generira unutar tekućeg dijela jezgre (glavno polje). Kao i svaki magnet Zemlja ima 2 pola: južni i sjeverni magnetski pol. Magnetsko polje se osim polovima

definira i silnicama koje pokazuju smjer magnetskog polja. Kod magneta silnice izlaze iz sjevernog pola i ulaze u južni pol. U slučaju Zemlje silnice izlaze iz južnog geomagnetskog pola (sjeverni magnetski pol) i ulaze u sjeverni geomagnetski pol (južni magnetski pol) te tvore glavno polje. Osim glavnog polja, izvor magnetskih polja na Zemlji su: magnetizirane stijene u Zemljinoj kori, polja generirana izvan Zemlje električnim strujama u ionosferi i magnetosferi, električnoj struji unutar Zemljine kore i efektima oceanskih struja. Za mjerenje jakosti magnetskog polja koristi se mjerni instrument magnetometar (Slika 19). Jakost magnetskog polja izražava se u teslama[T], a na površini Zemlje iznosi od 25-65 μT ($B=25\text{-}65 \mu\text{T}$). U novije vrijeme za precizna proučavanja Zemljina magnetskog polja koriste se sateliti. Europska svemirska agencija (ESA) je u tu svrhu 2013. lansirala grupu od tri promatračka satelita kojima je uloga mjerenje magnetskih signala iz Zemljine jezgre, plašta, kore i oceana kao i ionosfere te magnetosfere. Magnetsko polje jako je važno za život na Zemlji jer održava atmosferu, zadržava vodu i štiti planet od štetnog zračenja iz svemira.



Slika 19. Na terenskoj nastavi djeca stječu šira znanja i vještine. Tako se uči upotreba micro:bit računala kao mjernog instrumenta - magnetometra u geologiji.



Slika 20. Ispunjavanje radnih listića kao važan dio znanstvene metode. Mali znanstvenici izvode mjerenja i pažljivo zapisuju izmjerene vrijednosti kako bi ih kasnije analizirali i interpretirali.

4.2 Mjerenje vrijednosti akceleracije SILE TEŽE (GRAVIMETRIJA)

Važan problem u geologiji

Gravitacijska sila je najvažnija sila u geologiji. Svojstvo prostora u kome djeluje gravitacijska sila opisujemo gravitacijskim poljem. Mjerenja promjena gravitacijskog polja (Slika 21) na površini Zemlje imaju danas širok opseg primjena, kao indikator promjena gustoće mase ispod površine, u karakterizaciji lokalnih promjena vrste stijena ili u mapiranju dubokih geoloških struktura na granici kore i plašta (Long&Kaufmann, 2013).



Slika 21. Micro:bit računala priređena za mjerenje gravitacijskog polja Zemlje.

Promjene gravitacijskog polja uzrokovane su vremenskim promjenama u distribuciji masa u strukturi Zemlje. Vrlo preciznim satelitskim mjerenjima danas se prate promjene uzrokovane klimatskim promjenama, sezonskim vodenim ciklusima, dinamikom oceana ili atmosferskim varijacijama te ljudskim djelovanjem (Slika 22). Princip satelitskih mjerenja je vrlo jednostavan. Gravitacijska sila između određene mase i satelita ovisi o masi i udaljenosti do satelita. Imamo li dva satelita, imat ćemo vrlo malu ali mjerljivu razliku gravitacijskog ubrzanja koja ovisi upravo o promatranj masi (Orcutt, 2013).



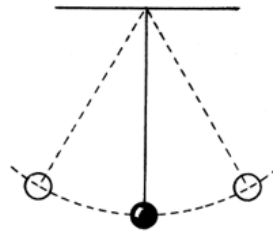
Slika 22. Uvodno predavanje u prostoru Samoborskog muzeja. Djeci se objašnjava važnost preciznog mjerenja gravitacijskog polja, odnosno akceleracije sile teže.

Istraživački orijentirana pitanja

- Zašto predmeti padaju na zemljinu površinu? Što je gravitacijska sila?
- Kako je Isaac Newton proučavajući pad jabuke objasnio gibanje planeta u sunčevom sustavu?
- Što je gravitacijska sila a što sila teža?
- Što je gravitacijsko polje? Zašto ono nije jednako na svim točkama Zemljine površine?
- Što se sve može na temelju mjerenja gravitacijskog polja može otkriti o unutrašnjoj građi Zemlje?
- Na koje geološke procese utječe sila teža?

2.

Akceleracija sile teže



Zadatak: konstruirati njihalo pomoću letvice, za njezin kraj pričvrstiti micro:bit. Pritiskom na tipku A pokrenuti program, zanjihati njihalo i uperiti izvor svjetlosti na ekran micro:bit-a. Nakon 16 njihanja očitati vrijednost perioda u mili sekundama koje je potrebno pretvoriti u sekunde te uvrstiti u formulu. Ponoviti mjerenje 10 puta te zapisivati vrijednosti u tablicu.

Potrebne stvari: micro:bit, letvica od 1 m, ljepljiva traka, kukice, izvor svjetlosti

Formula za gravitaciju: $g = l \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2$; g – gravitacija, l – duljina letvice (1 m), T – period dobiven njihalom

vrijeme (ms)	vrijeme (s)	gravitacija (m/s ²)

Prostor za računanje:

Slika 23. Radni listić br. 2: Akceleracija sile teže.

Metode

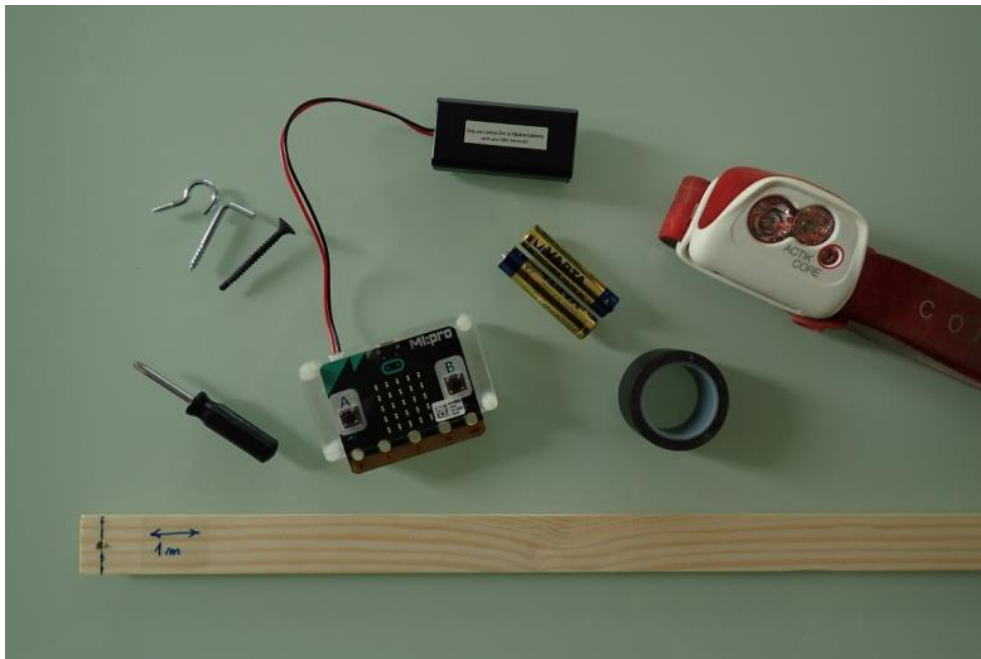
Programiranje micro:bit-a za mjerenje perioda njihala (senzor: ne postoji senzor za intenzitet svjetla, promjenu ambijentalnog svjetla detektiraju LE diode).

- Jednostavna konstrukcija njihala s fiksnom niti od kartona na koju je pričvršćen micro:bit.
- Mjerenje perioda njihala pomoću izvora svjetlosti u zamračenom prostoru (Slika 23).
- Izračun gravitacije na temelju dobivenog perioda putem formule $g = l \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2$

- Rasprava o dobivenim vrijednostima akceleracije sile teže, odnosno gravitacijskom polju, njegovoj promjenjivosti i ulozi u geološkim procesima.

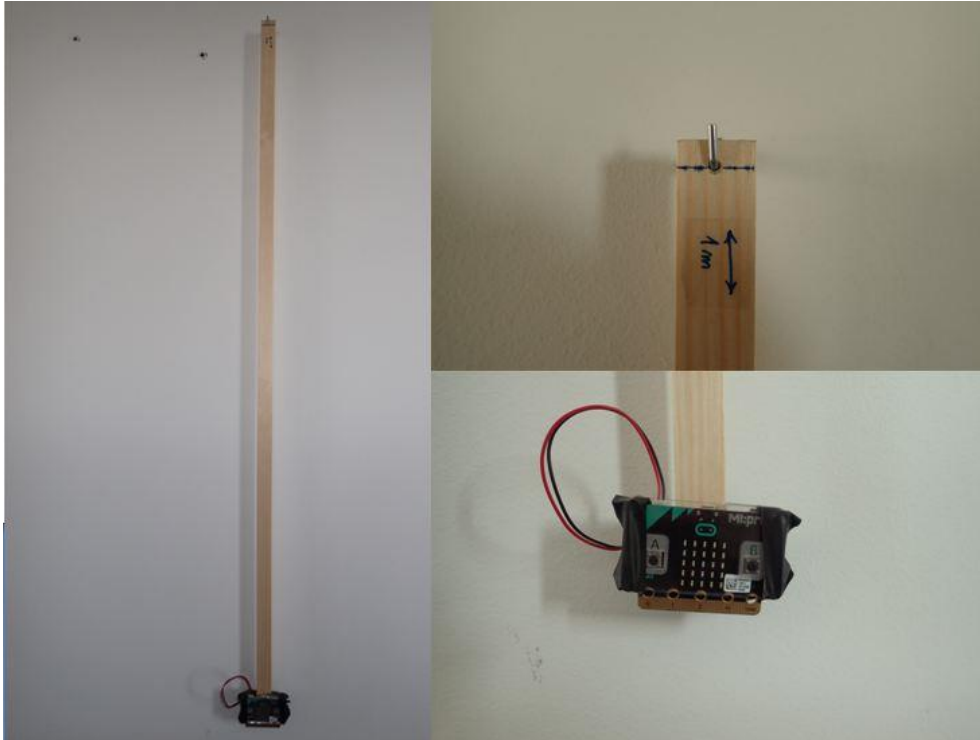
Razrada metoda

Priprema programa: za izvedbu mjerenja akceleracije teže potreban nam je micro:bit s baterijama i jednostavna konstrukcija izrađena od materijala iz okoline, npr. karton, drvo, ljepilo, metalna žica te bolji izvor svjetlosti kojeg će micro:bit biti sposoban detektirati (Slika 24).



Slika 24. Elementi za konstrukciju instrumenta za mjerenje gravitacijskog polja.

Konstrukcija mora biti u obliku njihala s fiksnom niti poznate duljine l (Slika 25). Prije mjerenja micro:bit se programira u JavaScriptBlocs ili Phyton programskom jeziku na način objašnjen u prethodnom poglavlju. Program u Block editoru i njegovo preuzimanje prikazano je na slici 27.



Slika 25. Konstrukcija njihala s fiksnom niti poznate duljina za izvedbu pokusa – mjerenje ubrzanja sile teže.

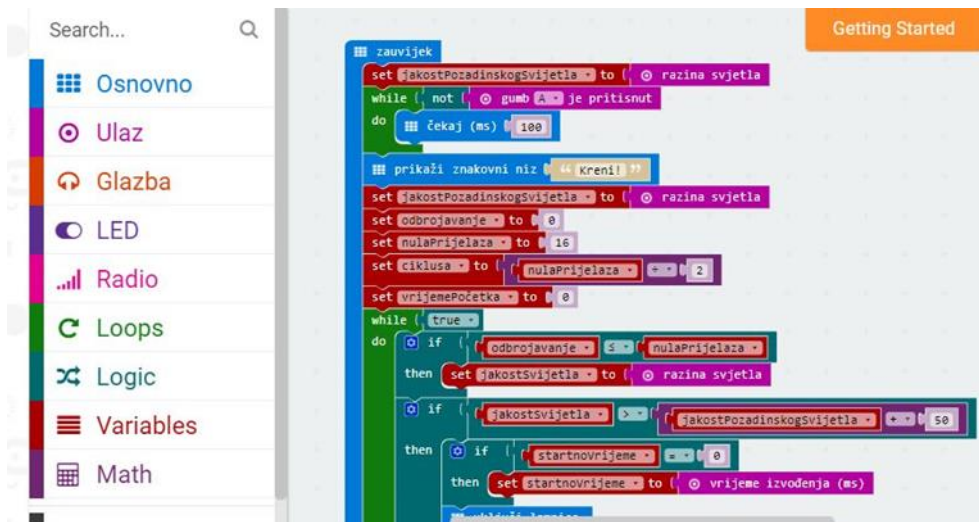
Mjerenje započinje pritiskom na gumb A. Tada se na ekranu micro:bit-a prikazuje riječ „go“. Nakon toga zaljulja se nit na kojoj je fiksiran micro:bit. Nasuprot njegovog ekrana s LED diodama stavlja se stalni izvor svjetlosti koji je isto fiksiran (npr. ručnu svjetiljku). Svaki puta kada je micro:bit osvjetljen prilikom ljuľanja pojavi se znak plusa na ekranu. Na taj naćin on mjeri koliko je puta prošao pored izvora svjetlosti. Nakon 16 detektiranih prolazaka pored izvora svjetlosti ispisuje se broj koji oznaćava period njihala u milisekundama (ms) na ekranu. Taj proces poželjno je napraviti više puta te kontinuirano zapisivati dobivene vrijednosti (Slika 26).

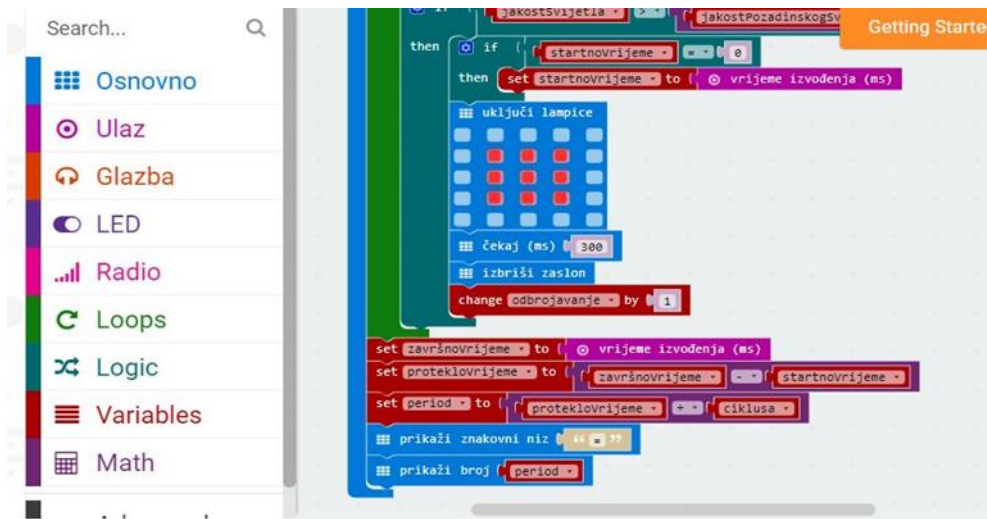


Slika 26. Djeca izvode mjerenje perioda njihala T , kako bi odredili akceleraciju sile teže.

Od dobivenih vrijednosti izračunava se aritmetička sredina perioda T . Budući daje rezultat u milisekundama potrebno ga je pretvoriti u sekunde kao jedinicu SI sustava. Ta se vrijednost uvrštava u formulu $g = l \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2$ (Slika 28). Pri tome g označava akceleraciju koju želimo dobiti u ms^{-2} , l označava duljinu niti njihala u metrima koja nam je poznata. Formula je izvedena iz izraza period njihala koja glasi: $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ (Cutnell& Johnson, 2009).

Dobiveni rezultati akceleracije sile teže izračunati na ovaj način trebali bi iznositi približno $g = 9.81 \text{ ms}^{-2}$ (Slika 29).





Slika 27. Program za mjerenje ubrzanja sile teže.

Programski kod u JavaScript-u:

```

let period = 0
let elapsedTime = 0
let endTime = 0
let startTime = 0
let lightLevel = 0
let cycles = 0
let zeroCrossings = 0
let count = 0
let backgroundLightLevel = 0
basic.forever(() => {
  backgroundLightLevel = input.lightLevel()
  while (!(input.buttonIsPressed(Button.A))) {
    basic.pause(100)
  }
  basic.showString("Go")
  backgroundLightLevel = input.lightLevel()
  count = 0
  zeroCrossings = 16
  cycles = zeroCrossings / 2
  lightLevel = 0
  startTime = 0
  while (count <= zeroCrossings) {
    lightLevel = input.lightLevel()
    if (lightLevel > backgroundLightLevel + 50) {

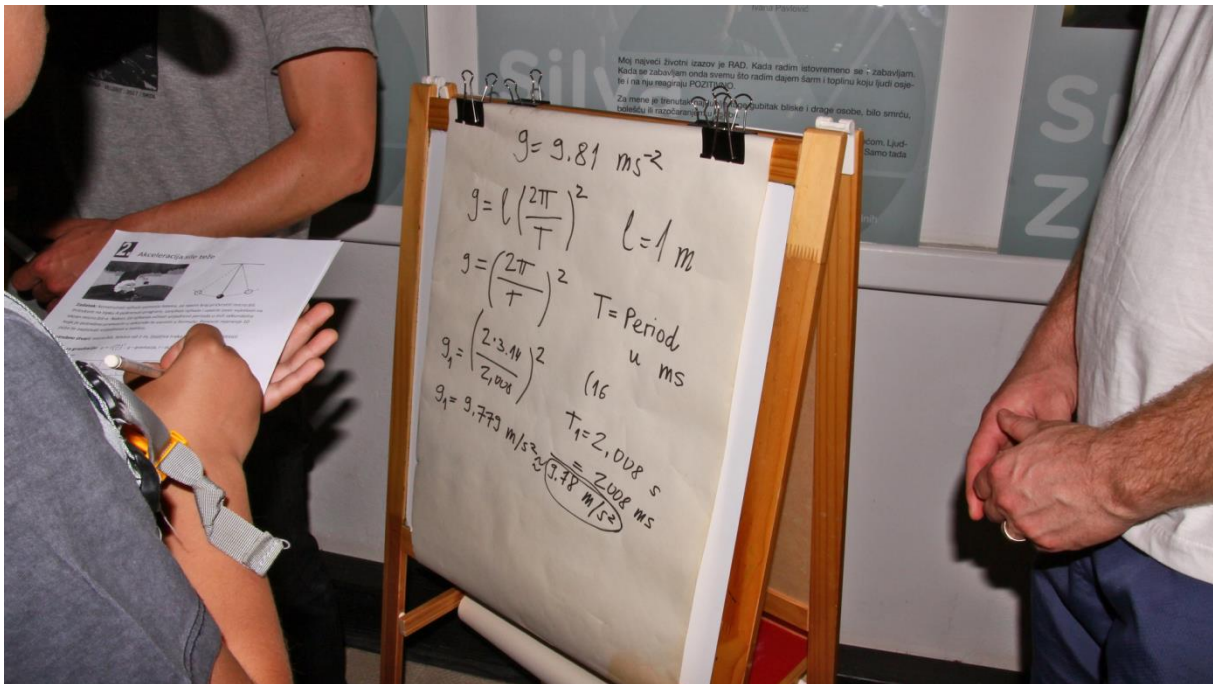
```



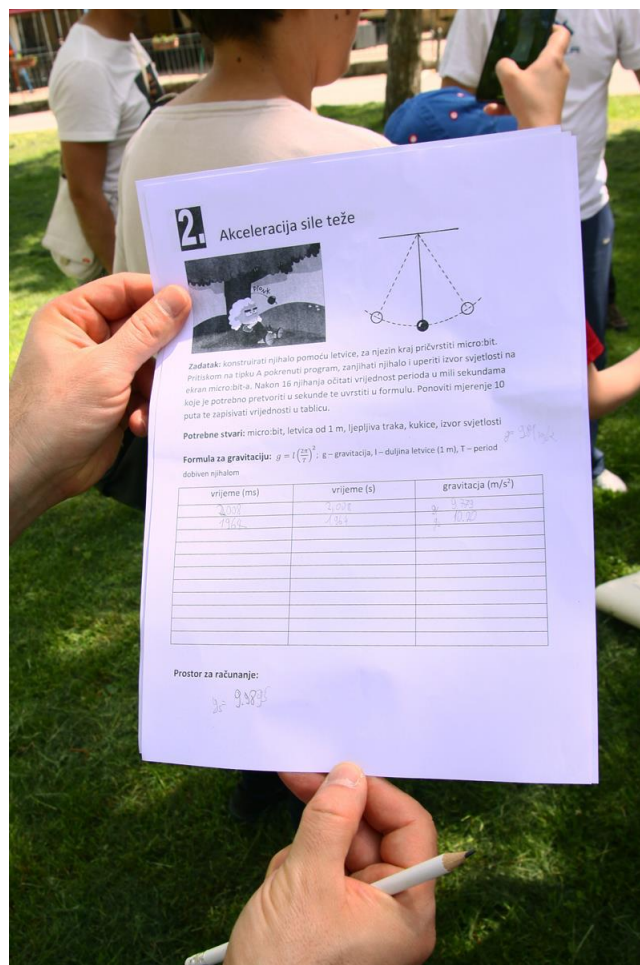
```

if (startTime == 0) {
  startTime = input.runningTime()
}
basic.showLeds(`
  . . . . .
  . . # . .
  . # # # .
  . . # . .
  . . . . .
`)
basic.pause(300)
basic.clearScreen()
count += 1
}
}
endTime = input.runningTime()
elapsedTime = endTime - startTime
period = elapsedTime / cycles
basic.showString("==")
basic.showNumber(period)
})

```



Slika 28. Na temelju izmjerenog perioda njihala i poznate duljine njihala (1 m) određena je akceleracija sile teže.



Slika 29. Izmjerene i proračunate vrijednosti upisuju se u radni listić. Radne listiće sa rezultatima svojih istraživanja djeca po završetku terenske nastave nose kući.

Zaključak

Gravitacija je sila koja djeluje između dva tijela koja imaju masu. Zemlja svojom gravitacijom djeluje privlačno na objekte na površini. Osim gravitacijske sile na objekte djeluje i centrifugalna sila koja je posljedica rotacije planeta oko svoje osi. Centrifugalna sila djeluje u smjeru obrnutom od gravitacijske sile. Sila teža rezultanta je tih dviju sila. Pod utjecajem sile teže objekti padaju na Zemljinu površinu konstantnim ubrzanjem ($g=9.81 \text{ ms}^{-2}$). Neki od ključnih geoloških procesa na koje utječe sila teža su transport materijala, njegovo taloženje i kompakcija. Transport materijala odvija se na padinama različitih nagiba na kopnu i u podmorju. Veličina materijala koji se giba može biti od masa kilometarskih do čestica gline mikroskopskih dimenzija. Osim promjene položaja taj materijal kretanjem oblikuje podlogu. Sedimentacija i kompakcija, kojima nastaju stijene, također su

dva važna procesa u geologiji. Osim toga sila teže utječe na kretanje vode u prirodi koja oblikuje i stvara reljef. Akceleracija teže nije jednaka na svim mjestima na površini Zemlje zbog razlike u gustoći i raspodjeli masa unutar Zemlje, koje nisu svugdje jednake. Mjerenjem i uspoređivanjem vrijednosti akceleracije teže može se doći do vrijednih zaključaka o unutrašnjoj građi Zemlje: raspodjeli masa u Zemljinoj kori, tektonskim pločama, vulkanskim aktivnostima i potresima, promjenama ledenjaka te rudnim ležištima. Postupak mjerenja akceleracije teže u različitim točkama na Zemljinoj površini (određivanje polja sile teže) naziva se gravimetrija. Danas se ta mjerenja vrše pomoću satelita.

4.3 Mjerenje brzine i količine PROTOKA vode u površinskoj tekućici

Problem

Proučavanje kretanja i dinamike vode od ključnog je značaja za procese u kršu (Ford & Willimas, 2007). U proučavanju krških hidroloških sustava koriste se brojne metode i tehnike (Goldschneider & Drew, 2007; Rnjak, 2017). Jedna od prvih značajki je protok te ga određujemo u okviru ovog zadatka. To obuhvaća izračun površine presjeka tekućice, brzine kroz taj presjek i vremena te konačno i izračun protoka. Primjena protoka Q u oblikovanju reljefa: nastanak krša te krških oblika i formi.

Pitanja

Koja znanost se bavi utjecajem vode na geologiju terena?

Koje vrste rijeka postoje: podjela prema brzini, prema reljefu kroz kojeg prolazi?

Što je protok?

Kako izračunati brzinu tekućice i površinu njenog presjeka?

Što je reljef: Kako tekućice utječu na oblikovanje geološke podloge?

Što je krš: koje oblike u kršu poznajemo?

Odgovoriti na pitanja o krškim oblicima

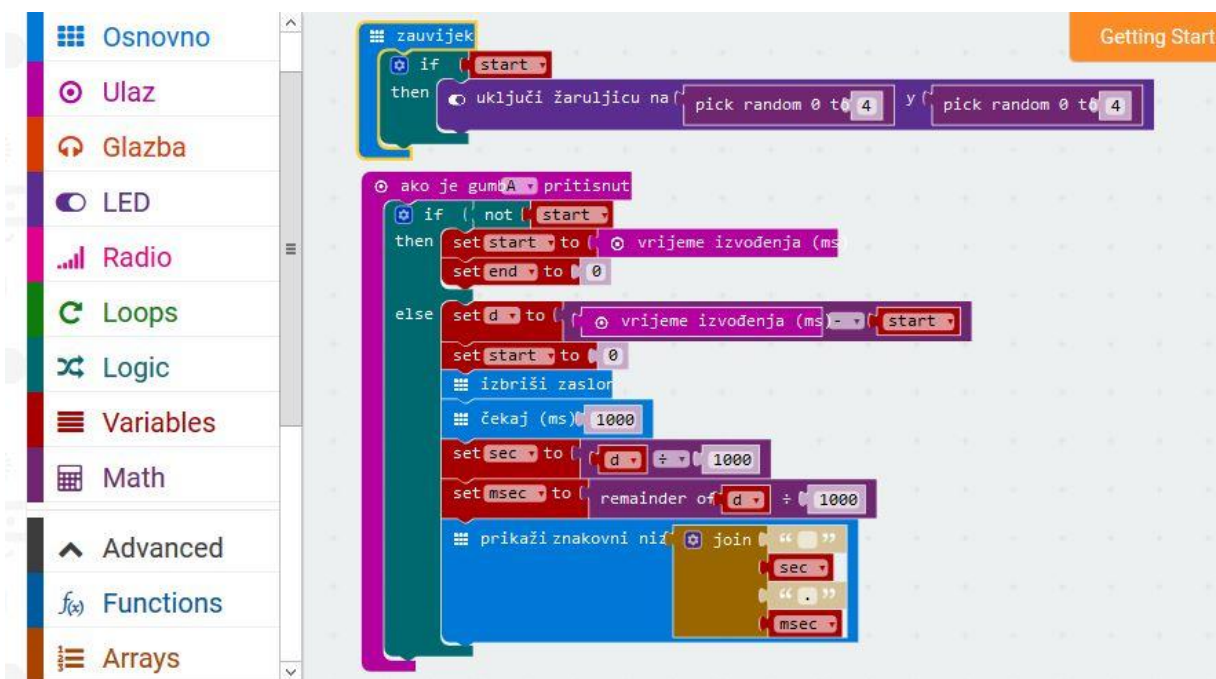


Slika 30. Mjerenje protoka potoka Gradne.

- Obrada i analiza podataka te izrada nivograma za praćenje visine vodostaja (Slika 31).
- Rasprava: Kako tekućice stvaraju i oblikuju geološke oblike.

Razrada metode

Priprema programa: za izvedbu mjerenja protoka voda tekućica potreban nam je micro:bit s baterijama i udica s plutom, te zidarski metar. Prije mjerenja u micro:bit se programira štoperica u JavaScriptBlocs ili Phyton programskom jeziku na način objašnjen u prvom poglavlju. Program u Block editoru i njegovo preuzimanje prikazano je na slici 32.



Slika 32. Program za štopericu u Microsoft Block editoru

Programski kod u JavaScriptu:

```

let msec = 0
let sec = 0
let end = 0
let d = 0
let start = 0
input.onButtonPressed(Button.A, () => {
if (!(start)) {
    start = input.runningTime()

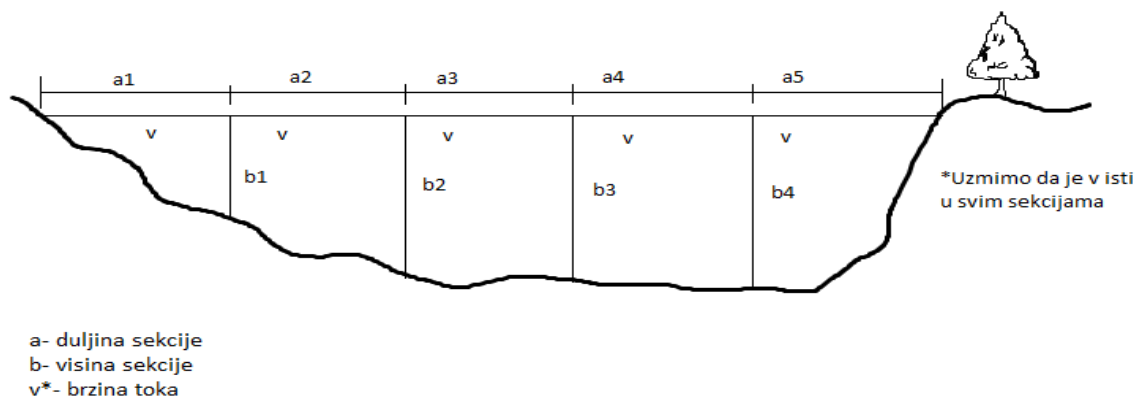
```

```

end = 0
  } else {
    d = input.runningTime() - start
    start = 0
basic.clearScreen()
basic.pause(1000)
sec = d / 1000
msec = d % 1000
basic.showString("" + sec + "." + msec)
  }
})
basic.forever(() => {
if (start) {
led.plot(Math.random(5), Math.random(5))
  }
})

```

Da bi se izračunao protok dan relacijom $Q = S v$, potrebno je izmjeriti brzinu tokav i površinu profila S . Za odrediti brzinu toka potrebno je odrediti vrijeme i put. Pomoću udice s plutom koja seпусти u tok se izmjeri, s micro:bitom na kojeg smo prethodno programirali štopericu, koliko joj vremena treba da prijeđe put (npr. udica je duga 3m, mjeri se koliko joj vremena treba za taj put). Koristeći relaciju za jednoliko gibanje $v = \frac{s}{t}$ izračuna se brzina toka vode tekućice. Površinu profila mjerimo pomoću zidarskog metra. Kako je profil vode tekućice nepravilan i neravan površinu je potrebno izmjeriti na više mjesta, odnosno napraviti više sekcija različitih duljina. Za svaku sekciju je također potrebno i izmjeriti visinu (Slika 33).



Slika 33. Raspored točaka mjerenja protoka.

Kad izmjere sve potrebne vrijednosti prvo se računaju protoci svake od sekcija pomoću formule $q_i = v \left(\frac{b_{i-1} + b_i}{2} \right) a_i$ te se na kraju protoci svih sekcija i zbroje $Q = \sum_1^n q_i$ (Slika 34).

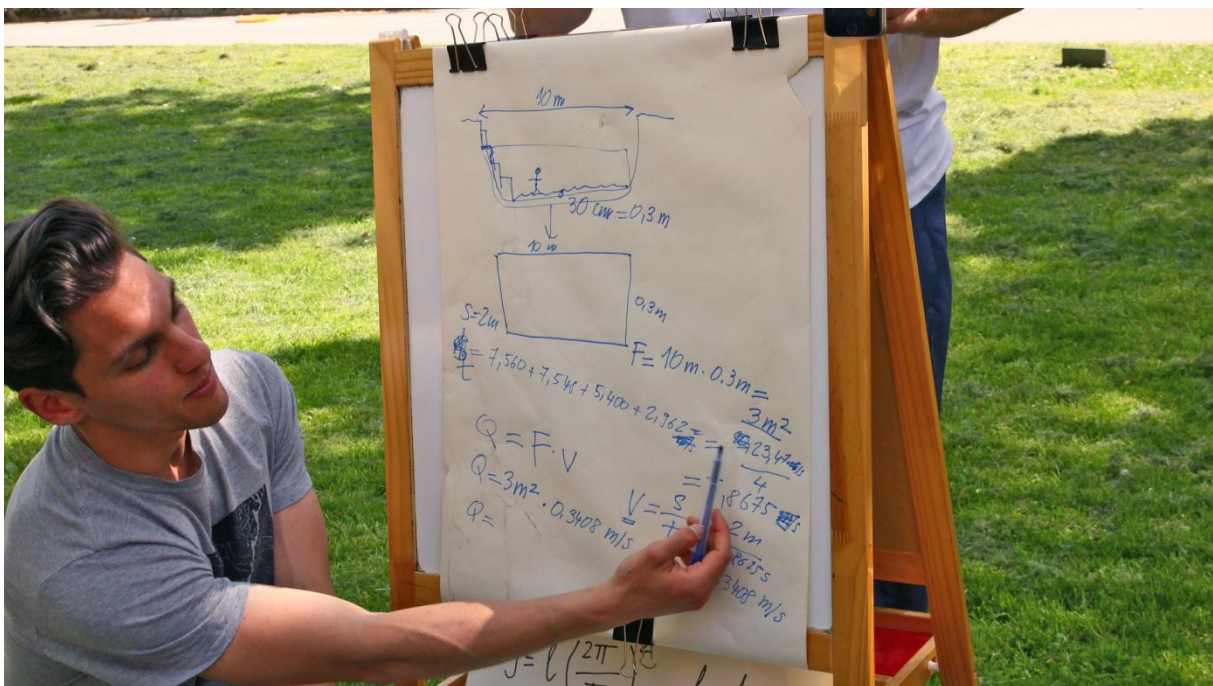


Slika 34. Objašnjavanje osnovnih koncepata metode mjerenja protoka. Veliki papir na stalku na terenu na kojem se crtaju modeli i objašnjenja pokazuje se i u digitalno doba kao vrlo učinkovit način prijenosa znanja.

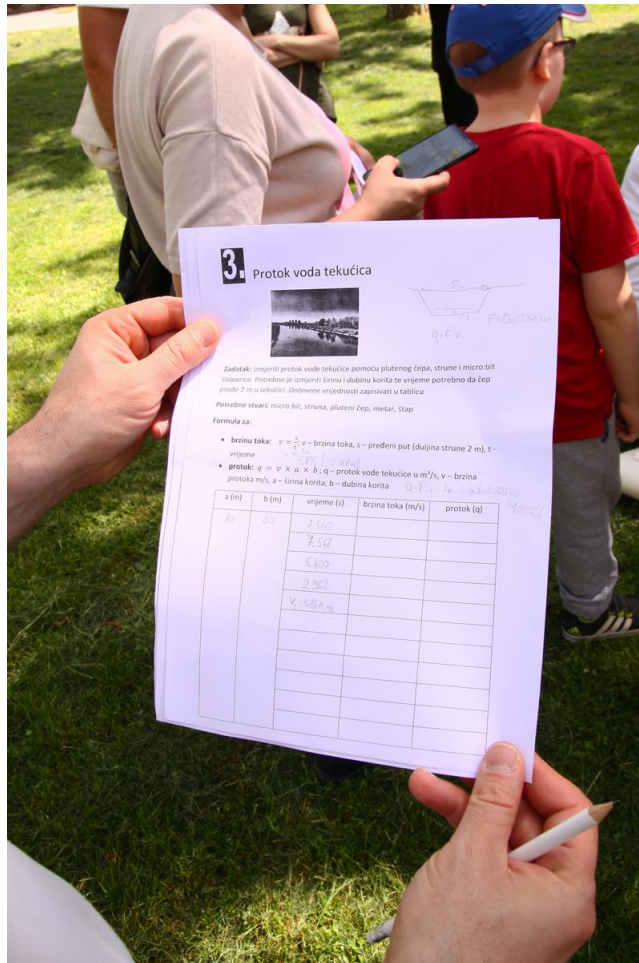
Zaključak

Protok je količina vode koja prolazi kroz poprečni presjek vodotoka u jedinici m^3/s . U malim protocima je korisno koristiti preljeve, no kod većih protoka je praktičnije preko mjerenja

brzine toka vode i površine presjeka vodotoka izračunati protok (Slika 35, 36). Protok je hidrogeološka veličina koja se kontinuirano mijenja koja ovisi o kolebanju razine vode u rijeci(vodostaju). Zahvaljujući sposobnosti vode da otapa karbonatne stijene nastaje krš. Krš je naziv za skup morfoloških, hidroloških i hidrogeoloških značajki terena pretežito izgrađenih od karbonatnih stijena: vapnenaca i dolomita. Reakcija nastanka krša je reverzibilna pri čemu iz otopine vode bogate ugljikovim dioksidom i kalcijevim karbonatom nastaje topljiv kalcijev hidrogenkarbonat. Da bi uopće nastala navedena reakcija stijena mora biti porozna. Zahvaljujući reakciji okršavanja nastaju razni krški oblici: škrape vrtače, uvale, suhe doline, krška polja jame i špilje te razne geološke forme: krški izvori, estavele, sifonalna vrela, rijeke ponornice, vrulje i bočati izvori. Grana geologije koja se bavi utjecajem vode na reljef se naziva hidrogeologija koja je bitna sastavnica u građevini, sanaciji poplavnih područja i određivanju pitkih izvora vode.



Slika 35. Konačno proračunati protok Gradne.



Slika 36. Ispunjavanje radnog listića za određivanje protoka.

5. Zaključak

U okviru ovog rada razvijen je program suvremene terenske nastave u okviru tri različite teme iz geologije koje se odnose na proučavanje prirodnog magnetizma, gravitacije i hidroloških procesa. Geologija je osim stručnog interesa autora odabrana i iz razloga što se radi o znanstvenom području koje zadnjih desetljeća dolazi u centar pažnje suvremenog društva zbog pitanja vezanih uz budućnost našeg planeta. Istodobno, geologija je vrlo slabo zastupljena u cjelokupnom obrazovanju u Hrvatskoj.

Posebna vrijednost ovog rada je implementacija razvijenih ideja u praksi. Organizirana je terenska nastava u trajanju tri školska sata tijekom kojih su obrađene tri važne teme istraživanja u geologiji. Osim što su u uvodnom dijelu učenici upoznati s kontekstom pojedine tematike, odnosno razlozima zašto proučavamo pojedine značajke, centralni dio je bio detaljno upoznavanje s metodom mjerenja, sama izvedba mjerenja, bilježenje i obrada podataka te donošenje zaključaka. Zato je popis znanja i vještina koje obuhvaća ovakva istraživački orijentirana terenska nastava dugačak. Osim geologije, ova terenska nastava obuhvaća niz znanja i vještina iz matematike, fizike i tehničkog odgoja. Također obuhvaća neke od važnih vještina koje su potrebne u suvremenim zanimanjima kao što su rješavanje problema, timski rad, kreativnost, prezentaciju ideja i dr.



Slika 37. Sumiranje svih metoda istraživanja i dobivenih rezultata tijekom održane terenske nastave geologije.

Terenska nastava geologije je pobudila značajan interes djece, postavljena su brojna pitanja, a djeca su aktivno sudjelovala u pripremi i izvedbi mjerenja i analizi rezultata (Slika 37, 38). Ono što dodatno pridonosi uspjehu terenske nastave su komentari prisutnih učitelja koji su izrazili želju za implementacijom ovih ideja u okviru formalnog obrazovanja. Treba naglasiti nisku cijenu opreme korištene u terenskoj nastavi što otvara mogućnost šire implementacije u formalno obrazovanje. Uspjeh suvremenog obrazovanja ovisi ponajprije o stalnoj edukaciji i motivaciji učitelja i nastavnika. Ovaj projekt daje doprinos u prvom dijelu, dok u drugom ključnu ulogu treba odigrati sam obrazovni sustav, ali i lokalne zajednice.



Slika 38. Djeca su zadovoljna uspješno obavljenim geološkim istraživanjima u okviru terenske nastave.

Zahvale

Zahvaljujemo se udruzi IRIM na doniranim micro:bit uređajima.

Zahvaljujemo se Samoborskoj udruzi roditelja za lokalne aktivnosti, POU Samobor i Samoborskom muzeju na logističkoj pomoći u organizaciji terenske nastave za djecu.

Popis literature

1. Bakić, N. (2017): Iskustva IRIM-a: Kako zaobići formalni sustav i brzo, a radikalno potaknuti digitalnu pismenost i kreativnost. U: Prilozi za raspravu o obrazovnoj i kurikulnoj reformi Kritike i vizije – Crvena knjiga, ur. Paar, V. i Šetić, N., Hrvatski pedagoško-književni zbor, 141-144.
2. Campbell, W.H. (2003). Introduction to Geomagnetic Fields, 2ed, Cambridge Univ. Press. 337 pp.
3. Cutnell, J.D, Johnson, K.W. (2009). Physics, 8th edition, J. Wiley&Sons. 1012 pp.
4. Ford, D., Williams, P. (2007). Karst Hydrology and Geomorphology, J. Wiley&Sons. 562 pp.
5. Goldschreider, N., Drew, D. (2007). Methods in karst hydrogeology, Taylor&Francis. 264 pp.
6. Hazelkorn E., ed. (2015). Report to the European Commission of the Expert Group on Science Education. Science Education for Responsible Citizenship. European Union, Directorate-General for Research and Innovation. 85 pp.
7. Lanza, R., Meloni, A. (2006). The Earth's Magnetism – An Introduction for Geologists, Springer. 278 pp.
8. Long, L.,T. Kaufmann, R.D. (2013). Acquisition and Analysis of Terrestrial Gravity Data, Cambridge Univ. Press. 171 pp.
9. Nelson C. A., Monk, C. S., Lin, J., Carver, L.J., Thomas, K. M. i Truwit, C. L. (2000): Functional Neuroanatomy of Spatial Working Memory in Children. Dev. Psychology Vol 36 (1), 109-116.
10. Orcutt, J., ed. (2013). Earth System Monitoring, Springer. 518 pp.
11. Rnjak, G. (ur.) (2017). Speleologija. PDS Velebit, Zagreb. 733 pp.
12. Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., Hemmo, V. (2007): Science Education NOW - A Renewed Pedagogy for the Future of Europe. European Commission, Directorate-General for Research Science, Economy and Society. 23pp.
13. Shonkoff, J. P. i Phillips D. A. (2000). From neurons to neighborhoods: The science of early childhood development. Washington D.C. National Academy Press.
14. Thompson, R. A., Nelson, C. A. (2001). Early Brain Development. Am. Psychologist, Vol 56 (1), 5-15.

15. Trundle, C. K. and Sackes M. (ed.) (2015). Research in Early Childhood Science Education. Springer, 400 pp.
16. URL1: Programiranje micro:bit računala, <http://microbit.org/hr/code/> (27.4.2018.)
17. URL2: Science in School. The European journal for science teachers, <http://www.scienceinschool.org> (28.4.2018.)
18. URL3 (2014): STEM vs STEAM - Why Half a Brain Isn't Enough. University of Florida. <https://visual.ly/community/infographic/education/stem-vs-steam-why-half-brain-isnt-enough> (28.4.2018.)

Sažetak

Micro:bit:geo – uvođenje geoloških sadržaja u nastavu u osnovnoj školi uz pomoć suvremenih tehnologija i metoda u okviru STEM obrazovanja

Karlo Lisica i Filip Šarc

Hrvatsko obrazovanje ima veliki nedostatak geoloških sadržaja, kako u okvirima formalnog tako i neformalnog obrazovanja. Geološki sadržaji u okviru formalnog obrazovanja pojavljuju se sporadično u okviru pojedinih predmeta u osnovnoj i srednjoj školi. U tematiku se ne ulazi duboko, niti se povezuje s aktualnim dostignućima i problemima današnje geologije. Zbog razvoja znanosti i tehnologije europsko obrazovanje prolazi kroz velike promjene, a jedna od njih je da se fokus znanstvenog obrazovanja na svim razinama okreće prema konkretnim problemima današnjice. Jedan od njih je razumijevanje funkcioniranja Zemlje kao vrlo kompleksnog sustava u čijim istraživanjima sudjeluje niz znanstvenih disciplina. Geologija je među njima jedna od temeljnih znanstvenih disciplina. Zato je u okviru suvremenog obrazovanja potrebno uvesti geološke sadržaje i to već od ranog učenja uz ostala temeljna STEAM područja. Glavni cilj ovog rada stoga je razvoj jednog segmenta obrazovnog programa u trajanju tri nastavna sata kojim bi se odabrani geološki sadržaji implementirati u sadašnji obrazovni sustav, bilo kao dio kurikula nekog od postojećih predmeta, bilo kao međupredmetni sadržaj. Izvedena je integracija suvremenih metoda i opreme i implementacija u okviru istraživački orijentirane i projektne nastave. Radom se želi pokazati da odabrani način prezentacije je atraktivan, motivacijski i poticajan za učenike. Da bi se pokazala učinkovitost razvijenog koncepta, on je testiran u praksi: održana je radionica bazirana na suvremenim konceptima terenske i istraživačke nastave, za djecu osnovnoškolskog uzrasta u okviru koje su kroz 3 teme obrađeni odabrani geološki sadržaji.

Ključne riječi: geologija, micro:bit, znanstveno obrazovanje, STEAM

Summary

Micro: bit: geo - introduction of geological contents in elementary school with the help of modern technologies and methods within STEM education

Karlo Lisica and Filip Šarc

Croatian education has a huge lack of geological contents, both within formal and informal education. Geological contents within formal education appear sporadically within certain subjects in elementary and high school. These contents do not go deep or are related to the current achievements and problems of today's geology. Due to the development of science and technology, European education is undergoing major changes, one of which is turn of focus in scientific education at all levels to the specific problems of nowadays. One of them is an understanding of functioning of the Earth as a very complex system which involves several scientific disciplines. Among them, geology is one of the fundamental scientific disciplines. Therefore, in the context of modern education, it is necessary to introduce geological contents from early learning to other basic STEAM areas. In that sense, the main purpose of this work is to develop one segment of curriculum for three school hours in which the selected geological contents will be implemented into the present educational system, either as part of a curriculum of one of the existing subjects or as a cross-sectional content. The integration of modern methods and equipment and implementation within the framework of inquiry oriented and project teaching was introduced. The paper aims at showing the chosen presentation mode to be attractive, motivating and encouraging for students. In order to demonstrate the effectiveness of a developed concept, it was tested in practice: a workshop based on contemporary concepts of field and inquiry teaching was conducted for children of elementary school, within which three selected topics covered the selected geological contents.

Keywords: geology, micro:bit, science education, STEAM

Kratki životopisi autora

Karlo Lisica

Rođen je 27.4.1994. u Zadru. Osnovnu školu završio je u Bibinjama te Nadbiskupsku klasičnu gimnaziju Ivana Pavla II u Zadru. Godine 2014. upisao je studij geologije na Geološkom odsjeku PMF-a Sveučilišta u Zagrebu. Uz studij, aktivan je član Speleološkog kluba Ozren Lukić te je sudjelovao u nizu speleoloških istraživanja.

Filip Šarc

Rođen je 19.10.1995. u Varaždinu. Osnovnu školu završio je u Novom Marofu te Prvu gimnaziju Varaždin. Godine 2014. upisao je studij geologije na Geološkom odsjeku PMF-a Sveučilišta u Zagrebu. Također je član Speleološkog kluba Ozren Lukić te je sudjelovao u nizu speleoloških istraživanja.