

# Konstrukcija mjernih instrumenata baziranih na micro:bitu za potrebe nastave fizike

---

Milec, Viktorija

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:392102>

Rights / Prava: [In copyright](#)/Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-21**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
FIZIČKI ODSJEK

Viktorija Milec

KONSTRUKCIJA MJERNIH  
INSTRUMENATA BAZIRANIH NA  
MICRO:BITU ZA POTREBE NASTAVE  
FIZIKE

Diplomski rad

Zagreb, 2021.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
FIZIČKI ODSJEK

INTEGRIRANI PREDDIPLOMSKI I DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ  
FIZIKA; SMJER: NASTAVNIČKI

**Viktorija Milec**

Diplomski rad

**Konstrukcija mjernih instrumenata  
baziranih na micro:bitu  
za potrebe nastave fizike**

Voditelj diplomskog rada: doc.dr.sc. Dalibor Paar

Ocjena diplomskog rada: \_\_\_\_\_

Povjerenstvo: 1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

Datum polaganja: \_\_\_\_\_

*Zahvaljujem se mentoru doc. dr. sc. Daliboru Paaru na ukazanom povjerenju,  
usmjeravanju, savjetima, i pomoći prilikom izrade rada.*

*Zahvaljujem se od srca roditeljima i braći koji su mi pružili neizmjernu podršku i  
razumijevanje, te zajedno sa mnom proživjeli svaki dio mog puta. Hvala vam što ste izvor  
moje motivacije, snage i ljubavi bez koje ništa ne bi bilo moguće.*

*Hvala Mateju koji je bio uz mene i bodrio me. Hvala prijateljima i kolegama koji su  
uljepšali moje studentske dane.*

## Sažetak

Istraživački usmjerena nastava fizike potiče razvoj znanstvenog razmišljanja i zaključivanja. Učenici kroz istraživački usmjerenu nastavu razvijaju kritičko mišljenje, aktivno sudjeluju u nastavi te stječu znanja o samoj prirodi znanosti. Veliku ulogu u istraživački usmjerenoj nastavi fizike predstavlja pokus. Pokus, osim što nastavu čini zanimljivijom i zabavnijom, pruža izravno iskustvo učenicima o fizičkim pojavama. Pomoću pokusa učenici upoznavaju i istražuju nove pojave, te uz pokus uočavaju zakonitosti i testiraju hipoteze. Pri samom izvođenju pokusa kvantitativno se mjere fizičke veličine pri čemu pomažu mjerni instrumenti. Micro:bit kao suvremeno mikroračunalo može zamijeniti veći broj instrumenata i tako riješiti problem nedostatka opreme za izvođenje pokusa. Upoznavanje fizike na zabavan, kreativan i interdisciplinarni način uz korištenje tehnologije uvedeno je pomoću STEM pristupa obrazovanju.

Ključne riječi: micro:bit, pokus, STEM, fizika, istraživački usmjerena nastava, mjerni instrumenti

## **Abstract**

# **Construction of measuring instruments based on micro:bit for the needs of teaching physics**

Viktorija Milec

Research-oriented teaching of physics encourages the development of scientific thinking and reasoning. Through research-oriented teaching, students develop critical thinking, actively participate in teaching, and acquire knowledge about the very nature of science. Experiment plays a major role in research-oriented teaching of physics. The experiment, in addition to making teaching more interesting and fun, provides students with a direct experience of physical phenomena. With the help of the experiment, students get to know new phenomena, research about the phenomena, and with the experiment they notice the laws and test the hypotheses. During the experiment, physical quantities are measured quantitatively with the help of measuring instruments. Micro:bit as a modern microcomputer can replace a larger number of instruments and thus solve the problem of lack of equipment for performing experiments. Getting to know physics in a fun, creative and interdisciplinary way with the use of technology was introduced using the STEM approach to education.

**Keywords:** micro: bit, experiment, STEM, physics, research-oriented teaching, measuring instruments

## Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Upotreba micro:bit-a u nastavi fizike.....	3
3. Mjerni instrumenti u nastavi fizike bazirani na micro:bit-u.....	12
3.1 Širi pregled micro:bit projekata .....	12
3.2 Razrađeni primjeri .....	16
3.2.1 Mjerenje temperature .....	16
3.2.2 Ispitivanje električne provodnosti .....	19
3.2.3 Mjerenje napona.....	22
3.2.4 Mjerenje otpora .....	26
3.2.5 Određivanje naboja kondenzatora pomoću micro:bita.....	29
3.3 Primjena micro:bit-a u osnovnoj školi.....	34
3.3.1 Rezultati ankete .....	37
4. Zaključak.....	49
Literatura .....	50
Životopis.....	52

## 1. Uvod

Gotovo je nemoguće zamisliti obrazovanje u 21. stoljeću bez upotrebe tehnologije. Sve veća zastupljenost tehnologije u obrazovanju omogućava lakši pristup izvoru informacija, postaje alat pomoću kojeg se stječu nova znanja, te produbljuje i provjerava nastavno gradivo. Tehnologija postaje sve dostupnija, no njezina kvalitetna primjena još uvijek zaostaje za stvarnim potrebama. Nužno je usavršiti vještine neophodne za ispravno korištenje novih tehnologija kako bi pružile još više mogućnosti u stjecanju znanja koje se tradicionalnim edukativnim alatima nisu mogle ostvariti.

Također, potrebno je u nastavi integrirati načine poučavanja koji će kod učenika razvijati kognitivne vještine. Upravo u tome vidi se važnost istraživački usmjerene nastave. Istraživački usmjerena nastava potiče razvoj kritičko-logičkog razmišljanja, znanstvene pismenosti, kreativnosti i samostalnog zaključivanja. Bitno je učenicima u nastavi fizike, a tako i na ostalim nastavnim predmetima, približiti gradivo na način koji će ih potaknuti na aktivno učenje, razmišljanje, propitkivanje, te stvoriti želju da samostalno istraže više. Jedna od najbitnijih funkcija istraživanja u nastavi je razvoj znanstvenog razmišljanja i logičkog zaključivanja. Fizika kao prirodna znanost treba pružiti učenicima uvid u znanstvene metode i razvijati znanje o znanosti, ne samo o znanstvenim rezultatima, nadalje, pružiti uvid u bolje razumijevanje prirodnih procesa i pojava te njihove zakonitosti. Za istraživački usmjerenu nastavu potrebno je korištenje što više interaktivnih nastavnih metoda kako bi se podigla učinkovitost nastave. (Planinić, 2015)

U današnje vrijeme sve više se vidi važnost u povezivanju tehnologije i obrazovanja. Pomoću STEM pristupa obrazovanju nastoji se uključiti korištenje tehnologije u rješavanje zadanih problema. (URL 8)

STEM je akronim sastavljen od početnih slova na engleskom jeziku - Science, Fehnology, Engineering and Mathematics. Predstavlja pristup i strategiju u obrazovanju koja se temelji na kombinaciji četiri područja. Područja koja obuhvaća STEM su prirodne znanosti, tehnologija, inženjerstvo i matematika. No, ono što je važnije od samih područja je način implementacije u obrazovni sustav. STEM pristup u obrazovanju potiče na interdisciplinarno učenje, tj. kombinaciju svih navedenih područja koja se uključuju u rješavanje nekog zadatka. Ovakav pristup zahtjeva značajnu količinu kreativnosti,



fleksibilnosti, tehničkog znanja te ovladavanje svakom pojedinom disciplinom. Time se želi zamijeniti tradicionalan pristup učenja svakog predmeta zasebno, te poticati povezivanje, timski rad i suradnja. Uloga inženjerstva izravno je uključena u rješavanje problema i inovaciju, te razvija sposobnosti i vještine povezane s procesom projektiranja. (Bybee, 2010)

STEM revolucija u Hrvatskoj donijela je u škole BBC micro:bit uređaj. Micro:bit je malo suvremeno računalo poznato većini osnovnoškolaca u Hrvatskoj. Zahvaljujući projektu Croatian Makers BBC micro:bit je ušao u 84% osnovnih škola. (URL 4) BBC micro:bit zastupljen je i u 60 drugih zemalja svijeta u gotovo 4,5 milijuna primjeraka. (URL 2) Sve širom upotrebom micro:bita, povećao se i sadržaj na internetu koji daje uvid u metode izrade novih projekata. (URL 4)

Micro:bit dopušta korisnicima rad i izmjene na programima i hardveru. Takav način rada pruža povezivanje apstraktnih koncepata te opipljivih i vidljivih iskustava. U radu s uređajem kombinira se fizičko računanje, programiranje, potiče inovacija, grade se i ostvaruju nove ideje.

Neke od mogućnosti koje pruža su navedene u nastavku rada. Cilj je upoznati i približiti komponente samog micro:bita te prikazati kako micro:bit implementirati u nastavu fizike pri konstrukciji mjernih instrumenata.

## 2. Upotreba micro:bit-a u nastavi fizike

“Budi kreativan, poveži se, kreni kodirati!”

(BBC Micro:bit)

Micro:bit je maleno suvremeno računalo dizajnirano 2015. godine od strane BBC-a (British Broadcasting Corporation) i partnera. Cilj im je bio pomoću micro:bit uređaja potaknuti djecu i mlade na aktivno uključivanje u proces izrade raznih zanimljivih i zabavnih projekata u STEM području. Učenje koje se bazira na novim tehnologijama, koje su pristupačne i jednostavne za korištenje, zanimljivo je učenicima, te su uključeni i aktivniji u samom procesu. (URL 2)

Micro:bit ima razne mogućnosti te ćemo se u ovom dijelu posvetiti značajkama micro:bita. Kao i kod svakog računala, tako i kod micro:bita postoji nekoliko ugrađenih ulaza i izlaza. Potrebno je proučiti kako koristiti pojedini ulaz i izlaz kako bi mogli upotrebljavati micro:bit na ispravan način.

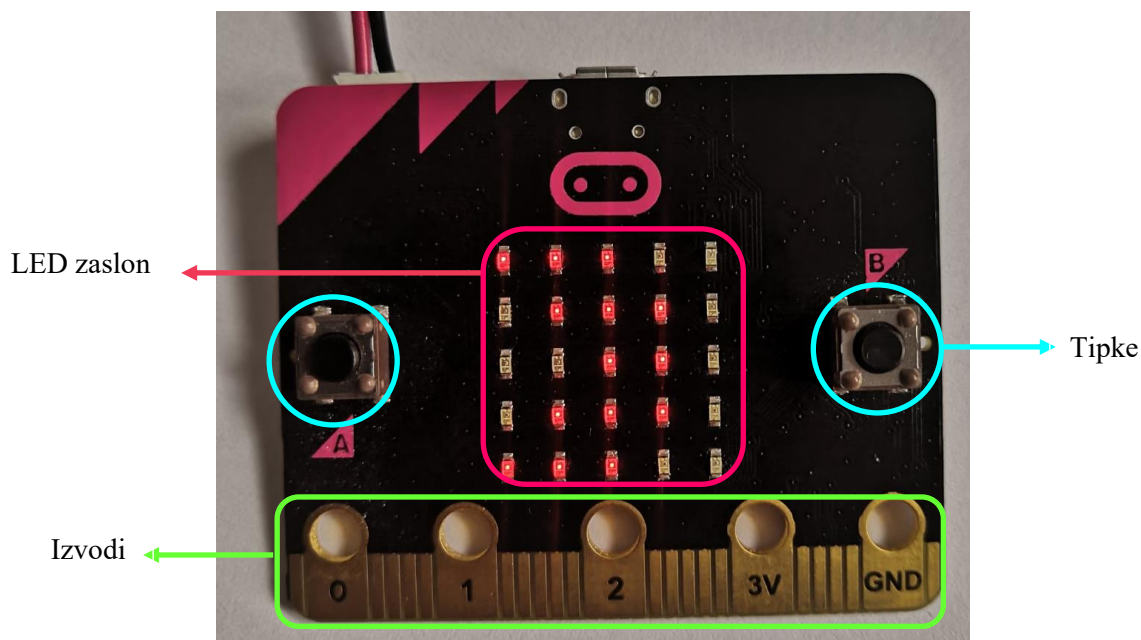
Ulazni uređaji nam omogućavaju slanje i unos podataka iz okoline u sustav. Pomoću ulaznih uređaja zadaju se i naredbe računalu, a podatci se pretvaraju u digitalne u obliku 0 i 1. (URL 5)

Pomoću izlaznih uređaja na micro:bit uređaju prikazuju se rezultati rada, tj. prenose se podatci iz računala u okolinu. Glavni izlazni uređaj na micro:bitu je LED zaslon (skr. od engl. Light Emitting Diode). LED zaslon nalazi se na prednjoj strani micro:bita (Slika 2.1 **Pogreška! Izvor reference nije pronađen.**) i čine ga 25 dioda složenih u pet redaka i pet stupaca. Svaka od dioda ima svoju koordinatu i svoju oznaku. Programski možemo upravljati diodama tako da se na zaslonu uključivanjem pojedinih dioda prikazuju slike ili brojke, ispisuju slova i riječi. Osim što diode emitiraju svjetlo, služe i kao senzori pomoću kojih možemo izmjeriti razinu svjetlosti koja pada na micro:bit. Stoga micro:bit već korištenjem ove navedene značajke postaje mjerni instrument kao svjetlosni senzor. (URL 3)

Na prednjoj strani micro:bita još se nalaze i tipke. Tipkama možemo također programski upravljati i služe najčešće kao ulazni uređaj. Tipka na lijevoj strani označena je slovom A, dok je tipka na desnoj strani micro:bita označena slovom B. Programski

možemo urediti da se nakon pritiska na jednu tipku ili obje zajedno pokreće određeni program. (URL 3)

Na donjem dijelu micro:bita, uz sam rub, nalazi se 25 zlatnih traka. Za njih se koristi naziv izvodi ili pinovi. Izvodi omogućuju slaganje strujnih krugova i priključivanje vanjskih uređaja. Izvodi označeni 0, 1 i 2 nazivaju se još i GPIO (General purpose input and output pins). Koriste se kako bi priključile krokodilke, aluminijske folije, slušalice i različiti elementi potrebni za kreiranje projekata. Izvodi 3V i GND (ground) omogućuju napajanje ploče te je najbitnije da se ta dva izvoda ne spajaju zajedno. Izvod 3V se može spojiti da napaja dodatke koje priključujemo u strujni krug, dok se izvod GND koristi kako bi kreirao jednostavan strujni krug. (URL 2)



**Slika 2.1** Prednja strana micro:bit uređaja

Micro:bit sadrži i velik broj senzora (Slika 2.2) koji pridonose činjenici da se može koristiti na razne načine. Osim već navedenog senzora osvjetljenja, jedan od senzora je i akcelerometar. Akcelerometar je senzor pokreta te mjeri pomake. Detektira pokrete micro:bita ako se nagnje lijevo ili desno, naprijed ili nazad, gore ili dolje. Neke od značajki senzora pokreta su da može prepoznati kada ga se trese, ispusti, okrene naopačke te promijeni brzinu kretanja. Postojanje senzora može se iskoristi za kreiranje raznih zanimljivih i korisnih projekata. (URL 2)

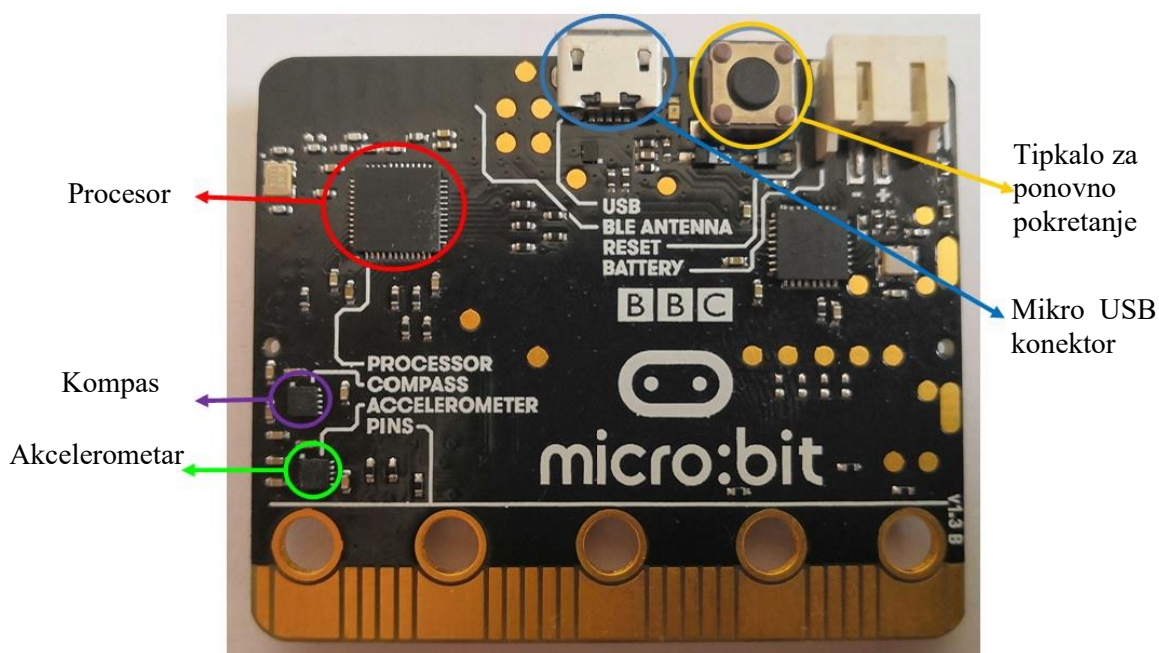
Senzor temperature jedan je od ulaznih uređaja, daje uvid u približnu temperaturu zraka koji okružuje micro:bit u Celzijevim stupnjevima. Senzor temperature nalazi se u samom procesoru micro:bita. Micro:bit se može programski kontrolirati te na led zaslonu ispisuje vrijednost temperature. (URL 2)

Bluetooth omogućuje micro:bitu bežično povezivanje s osobnim računalima, mobitelima i tabletima. (URL 2)

Digitalni kompas ulazni je senzor koji se nalazi u micro:bitu. Senzor detektira magnetsko polje te prepoznaje u kojem je smjeru okrenut uređaj. Prilikom prvog korištenja micro:bita kao kompasa, potrebno ga je kalibrirati. (URL 2)

BBC-jevi micro:biti mogu međusobno bežično komunicirati pomoću radiovalova. Kako bi detektirao te valove, micro:bit ima ugrađenu antenu. (URL 2)

USB sučelje omogućuje povezivanje micro:bit uređaja s računalom. Pomoću njega prenesu se programski kodovi na sam uređaj. Također, kada je micro:bit priključen pomoću mikro-USB kabla na računalu ono napaja micro:bit pa može raditi bez baterije. (URL 3)



Slika 2.2 Stražnja strana micro:bit uređaja

Uvođenje BBC micro:bit uređaja u kurikulum osnovne škole potiče učenike na kreativnost, uči ih logiku programiranja i programski jezik potičući ih na tzv. računalno

razmišljanje i rješavanje problema. (Kalogiannakis, 2021). U eksperimentalnom dijelu nastave fizike, korištenje micro:bita vrijedno je iz dva razloga. (Teiermayer, 2019)

Prvi je taj da se na micro:bitu može programirati na više programskih jezika, a najznačajniji su JavaScript, Python i blok jezik kojem je osnova JavaScript. Znanje JavaScripta ili Pythona stečeno na drugim predmetima može u učenicima potaknuti interes za korištenje micro:bita u nastavi fizike. (Teiermayer, 2019) S druge pak strane, učenicima koji su početnici u programiranju blok jezik temeljen na JavaScriptu olakšava pisanje koda pomoću grafičkih oblika koje mogu slagati poput puzzli i na taj način učiti logiku programskog jezika. (Tyrén, 2018)

Drugi razlog zašto je micro:bit vrijedno koristiti u nastavi fizike je opremljenost s mnogobrojnim sensorima, izvodima, Bluetooth i radio vezom te drugom opremom koja se lako se koristi i programira, a pruža velik broj mogućnosti pri izvođenju pokusa. (Teiermayer, 2019)

Na temelju analize 12 studija Kalogiannakis, 2021. zaključuje da su učenici micro:bit opisali kao interesantan i lak za korištenje te su njegovo uvođenje u kurikulum ocijenili kao pozitivno. Nadalje, učenicima je zabavan takav uređaj jer su aktivno uključeni u proces učenja, osjećaju zadovoljstvo programirajući, smatraju da im pomaže bolje razumjeti logiku programiranja, a postepenim povećavanjem zahtjevnosti zadataka, mogu steći više znanja i poboljšati vještine. Susreću se i s poteškoćama - najčešće s pisanjem koda zbog nedovoljno znanja, ali im blok jezik olakšava programiranje. Mana blok jezika jest da učenici mogu odraditi zadatak, a da zapravo ne razumiju što rade. Isti rad (Kalogiannakis, 2021) opisuje i poziciju nastavnika na temelju tih 12 studija. Čini se da nastavnici eksperimentiraju s raznim aktivnostima kako bi implementirali micro:bit u nastavu. Većina započinje sa službenom stranicom BBC micro:bit-a i tamo navedenim pokusima i zadacima. Nažalost, to indirektno pokazuje da kod nastavnika postoji manjak sigurnosti i kreativnosti pri korištenju te tehnologije da bi kreirali vlastite zadatke iako postoje i takve hvalevrijedne inicijative.

Dosadašnja iskustva upućuju da su inicijative uvođenja micro:bita u kurikulum osnovnih škola nužne da bi se kod učenika potaknuo razvoj vještina potrebnih za studiranje i analizu postojećih programskih rješenja i razvoj novih. Ipak, nastavnici koji bi trebali

iznijeti ovu kurikularnu reformu trebaju dodatne smjernice da bi te nove nastavne programe mogli kvalitetno prenijeti učenicima. (Kalogiannakis, 2021)

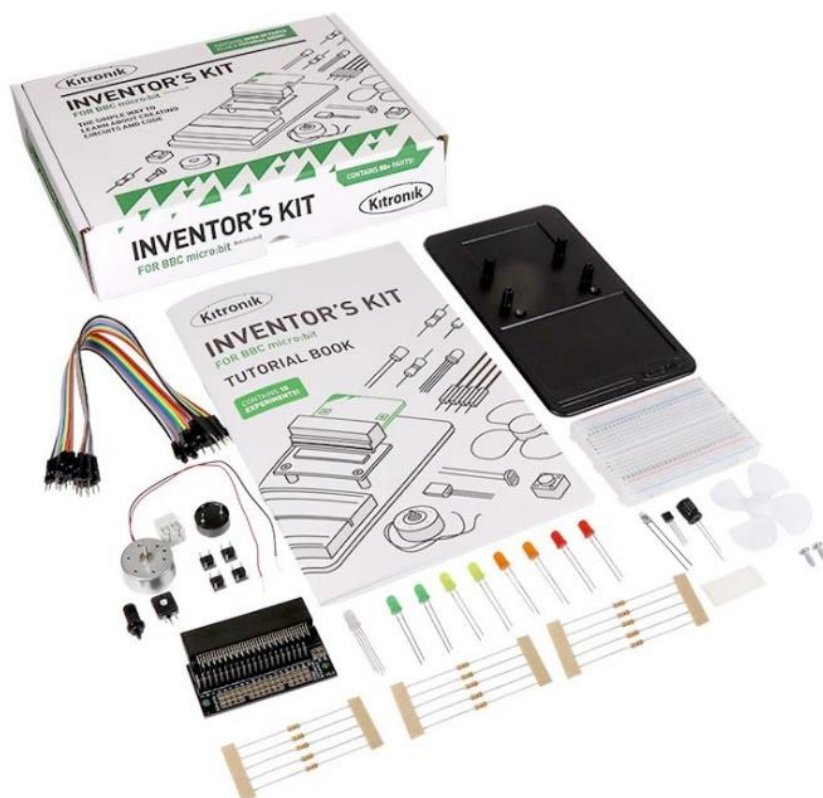
Upravo za nastavnike koji su se suočili s ovim izazovom, Tyren, 2018. u svom radu na temelju 21 radionice provedene u različitim dijelovima Švedske daje zaključke što je potrebno razmatrati pri izradi nastavnih materijala u osnovnim školama za računalno razmišljanje pomoću micro:bita. Izvođenje vježbi sa službenih stranica BBC micro:bita uspješnije je ako su učenici prije upoznali i kroz vježbe savladali šest osnovnih alata: algoritam, petlja, slučajnost, logika, varijable i ispravljanje pogrešaka.

Algoritam je niz uputa kojom se treba postići željeni rezultat, petlje su programski izrazi koji omogućuju da se određeni procesi unutar algoritma ponavljaju više puta. Slučajnost je pojam vezan za osnovnu programsku funkciju, a to je generator slučajnih brojeva koji se često koristi. Logika je bitna za programske koncepte koji ispituju da li je neki izraz točan ili netočan, poput „if“ rečenica. Varijable su pojmovi kojima su pridružene određene vrijednosti, a ispravljanje pogrešaka znači svjesnost da su pogreške u kodu moguće i želja da se one isprave. (Tyrén, 2018)

Ovih šest pojmova potrebno je učenicima objasniti kroz pojmove koje su već prije imali prilike čuti, uklopiti u problem s kojim su upoznati da bi ih bolje razumjeli i prije savladali te da bi mogli s razumijevanjem prolaziti kroz vježbe BBC micro:bita. Pokazalo se korisnijim i zanimljivijim spomenute alate pojasniti i vježbati paralelno jedan s drugim, nego zasebno u serijama. Prije provođenja vježbi da ne bi došlo do demotivacije učenika potrebno je poduzeti određene korake da se izbjegnu eventualne tehničke poteškoće: preuzeti aplikaciju na uređaje, provjeriti internetsku vezu i upariti mikroracunala s računalom. (Tyrén, 2018)

Uz BBC micro:bit moguće je koristiti razne dodatne komponente i dodatnu tehnologiju koja pruža još širu upotrebu micro:bita. Korištenjem dodatne tehnologije micro:bitu se povećava raspon područja i projekata koje se pomoću njega mogu istražiti. Micro:bit korištenjem dodatne tehnologije može postati, primjerice, glazbeni instrument ili meteorološka postaja. Dodatna oprema za micro:bit razvijala se postupno, te se očekuje razvoj dodatne opreme i u budućnosti.

Od trenutno prisutne dodatne opreme za micro:bit može se izdvojiti Kitronik Inventors Kit, PHYS:BIT, micro:bit Experiment Box Kit te Smart Science IoT Kit.



Slika 2.3 Prikaz sadržaja Kitronik Inventor's Kit-a (URL 10)

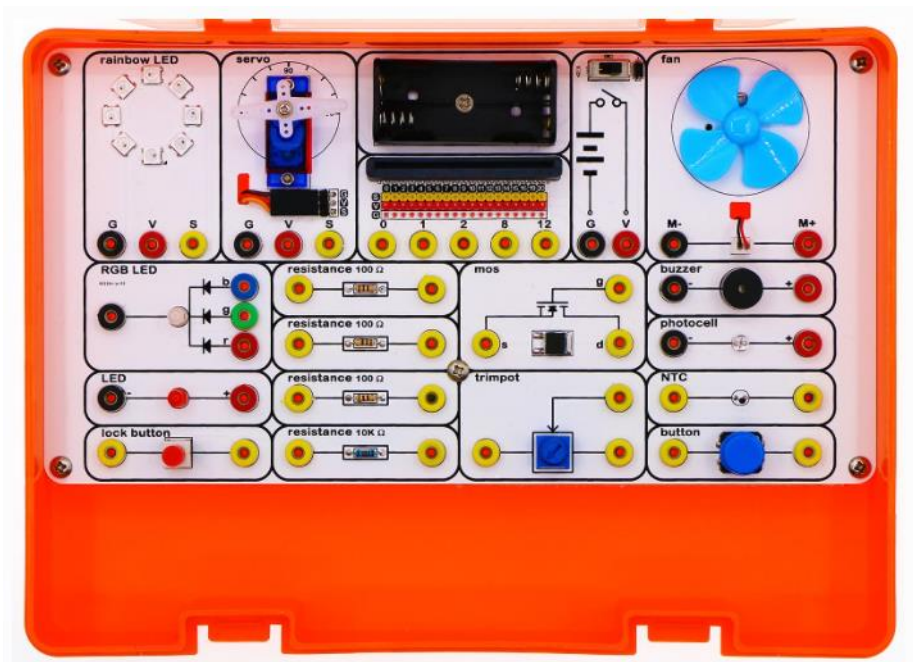
**Kitronik Inventor's Kit** dodatna je oprema koja pruža odličan način za početak programiranja i početak hardverske interakcije s micro:bitom. Omogućuje jednostavno učenje o elektroničkim elementima te pruža uvid u konstruiranje i upravljanje elektroničkim sklopovima. Pomoću posebno dizajniranog konektora za micro:bit (Edge Connector Breakout Board) i eksperimentalne pločice (Breadboard) omogućuje lako korištenje i povezivanje micro:bita s dodatnim komponentama. U sklopu kompleta nalazi se više od 50 dijelova i knjižica u kojoj je detaljno opisano deset eksperimenata. Za sve navedene eksperimente u kompletu se nalazi potrebna oprema za njihovu realizaciju. Na Slika 2.3 prikazan je sadržaj kompleta. U ovom diplomskom radu prikazana je upotreba upravo ovog kompleta dodatne opreme za micro:bit te njegova primjena u nastavi fizike. (URL 10)



Slika 2.4 PHYS:BIT (URL 11)

**PHYS:BIT** (Slika 2.4) set sadrži pločicu PHYS:BIT, razdjelnu pločicu s pet otpornika te univerzalnu pločicu za ugradnju dvije dodatne komponente. Razvijen je s ciljem da pomogne učenicima u lakšem razumijevanju o djelitelju napona. Korištenjem uz micro:bit na jednostavan se način može mjeriti napon na bilo kojoj od ispitnih točaka na pločici s otpornicima. Također nudi i gotov programski kod koji se prenese na micro:bit te se na LED ekranu micro:bit uređaja ispisuju vrijednosti očitnog napona. PHYS:BIT nudi jednostavno korištenje raznih modula koji se lako mogu priključiti na pločicu, te omogućuju proučavanje različitih primjera (principa) s jednim setom hardvera. (URL 11)





Slika 2.5 Unutrašnjost micro:bit Experiment Box Kit-a (URL12)

**Micro:bit Experiment Box Kit** (Slika 2.5) je prijenosna, multifunkcionalna eksperimentalna kutija dizajnirana za BBC micro:bit. Služi kao nastavno pomagalo, a razvila ga je tvrtka ELECFREAKS. Unutar kutije nalazi se pločica na kojoj su smještene razne komponente. Zajedno s kutijom dolaze i banana kablovi pomoću kojih se spajaju komponente unutar kutije. Pomoću ove eksperimentalne kutije i micro:bita mogu se izvesti razni elektronički i programski eksperimenti. Neki od elemenata koji se nalaze u samoj kutiji su senzor temperature, fotoćelija, svjetleće diode u raznim bojama, različiti otpornici, ventilator, tipke za pokretanje programa, te servo upravljač. Veliki broj elemenata pruža široku upotrebu za razne projekte u nastavi fizike. Uz pomoć eksperimentalne kutije mogu se dizajnirati razni sklopovi i bez upotrebe micro:bit uređaja. (URL 12)



**Slika 2.6** Smart Science IoT Kit (URL 12)

**Smart Science IoT Kit** (Slika 2.6) je set baziran na principu internet stvari (IoT-Internet of Things). Pojam internet stvari označava povezivanje uređaja i njihovih sustava putem interneta. Tako povezani mogu komunicirati s drugim uređajima i sustavima, osobama ili aplikacijama. (Žagar, 2021) Smart Science IoT Kit može spremati na Internet podatke prikupljene pomoću raznih senzora. Senzori koji se nalaze u kompletu su senzor za svjetlo, senzor za razinu vode, senzor vlažnosti tla, ultrazvučni senzor, pasivni infracrveni senzor, senzor prašine. Tako se uz micro:bit i ovaj set može izraditi mnoštvo novih projekata, primjerice praćenje kvalitete zraka, izrada meteorološke stanice, detekcija buke iz okoliša, stanice za nadzor kvalitete okoliša, navodnjavanje biljaka i mnoge druge. (URL 12)

### 3. Mjerni instrumenti u nastavi fizike bazirani na micro:bit-u

Potreba za određivanjem mjera postoji od davnina. Kroz povijest su se mjerenja izvodila na sasvim drugačiji način nego što je to slučaj danas. Koristili su se mjerni instrumenti koji danas više nisu u upotrebi, što zbog nepraktičnosti, što zbog male točnosti i preciznosti instrumenata. Kroz razvoj tehnologije i napredak gospodarstva mijenjali su se i mjerni instrumenti. Tako su stare instrumente mijenjali novi koje je karakterizirala veća točnost i preciznost. Nove mjerne instrumente karakterizira digitalni prikaz mjerene veličine, veći kapacitet memorije, brže procesuiranje podataka i dr. (URL 1)

U nastavku rada opisan je širi i detaljniji pregled micro:bita kao relativno novog mjernog instrumenta čija se primjena može implementirati u nastavu fizike.

#### 3.1 Širi pregled micro:bit projekata

Internet je prepun sadržaja koji potiču izradu raznih projekata pomoću micro:bit uređaja. Već samim upisom riječi „micro:bit“ na internetskom pregledniku, osim službene stranice, prikazuju se razne stranice na kojima su detaljno razrađeni micro:bit projekti. Neke od njih osim što nude gotove programske kodove, nude i edukativni materijal kako bi prikazale širu sliku upotrebe micro:bita te kako pojedini projekt realizirati za potrebe nastave.

Neki od projekata koji se mogu implementirati u nastavu fizike navedeni su u nastavku. Uz svaki projekt navedena je poveznica na materijale koji uključuju programski kod, dok je u odlomku naveden kratki osvrt na svaki od projekata.

Ime projekta: **Gravitacija, gibanje i valovi**

Link s materijalima:

<http://www.phy.hr/RUNA/projekt-gravitacija>

Pomoću projekta prikazano je na koje se sve načine može iskoristiti akcelerometar koji se nalazi na micro:bit uređaju. Projekt uključuje tri pokusa. U svakom od pokusa učenik razvija računalno razmišljanje. Prvim pokusom pokazano je kako se uz jednostavno korištenje micro:bit-a može izmjeriti ubrzanje slobodnog pada. Za izvođenje pokusa koriste se dva micro:bita povezana radio vezom. Jedan micro:bit se koristi za kontinuirano mjerenje ubrzanja, dok se drugi koristi kao prijammnik. Micro:bit koji služi kao prijammnik povezan je s računalom i prikazuje primljene podatke. Izmjereni podaci se analiziraju unutar aplikacije MakeCode. (URL 13)

U drugom pokusu prikazano je kako se akcelerometar može koristiti za detektiranje vibracija koje uzrokuje zvuk. Micro:bit je potrebno postaviti u blizini zvučnika ili nekog drugog izvora zvuka kako bi micro:bit što vjernije detektirao titranja. Pokusom se istražuju svojstva i struktura zvučnih valova. (URL 13)

U trećem pokusu akcelerometar je iskorišten za detekciju trešnje tla. Primjenom takvog programskog koda micro:bit postaje seizmograf. (URL 13)

Ime projekta: **Kompas**

Link s materijalima:

<http://www.phy.hr/RUNA/projekt-kompas>

U sklopu projekta učenici upoznaju na koje sve načine koristiti kompas za detekciju magnetskog polja Zemlje. Osim korištenja kompasa, tijekom izrade projekta kreiraju se i drugi eksperimenti u kojima učenici promatraju efekte magnetske sile. Mjerenja se mogu izvoditi pomoću jednog ili dva micro:bita. Učenici prikupljaju i analiziraju podatke kako bi utvrdili čimbenike koji utječu na jakost magnetske sile. (URL 13)

Ime projekta: **Napon**

Link s materijalima:

<http://www.phy.pmf.unizg.hr/RUNA/projekt-napon/>

Učenici trebaju prvo napraviti plan za prikupljanje podataka pomoću micro:bita. Koriste izvode na micro:bitu i krokodilke za spajanje baterije u strujni krug da bi izmjerili napon koristeći pritom i nove i već upotrebljavane baterije. Nova baterija od 1,5 V daje digitalno očitavanje od oko 512, a 3 V baterija daje očitavanje na micro:bitu od oko 1023. Na temelju ovog odnosa svako digitalno očitavanje može se preračunati i isprogramirati tako da se na pritisak druge tipke na micro:bitu prikazuje očitavanje u mjernim jedinicama koje odgovaraju eksperimentu. (URL 13)

Ime projekta: **Određivanje vlažnosti tla**

Link s materijalima:

<http://www.phy.hr/RUNA/projekt-vlaznost>

U ovom projektu prikazano je kako se pomoću micro:bit uređaja ispituje vlažnost tla. Pomoću dva izvoda na micro:bitu mjeri se napon između izvoda 0 i 3V kada struja prolazi kroz tlo. Što je više vlage u tlu, to micro:bit mjeri veći napon. Pomoću analognog digitalnog pretvarača micro:bit očitane vrijednosti pretvara u digitalnu u rasponu od 0 do 1023. Suho tlo odgovara vrijednosti 250 dok mokro tlo odgovara očitavanju od oko 1000. Na temelju tih podataka koji se ispisuju na LED zaslonu micro:bit uređaja zaključuje se o vlažnosti tla. (URL 13)

Ime projekta: **Mjerač svjetlosti**

Link s materijalima:

<https://www.phy.hr/RUNA/microbit-physics-master/lightintensity/>

Na navedenom linku nalazi se jednostavan programski kod koji omogućuje korištenje micro:bita kao svjetlosnog senzora. Prikazana je upotreba svjetlećih dioda (LED) i kao ulaznog i izlaznog uređaja. Kao ulazni uređaj LED djeluju kao svjetlosni senzori. Program omogućuje da se na LED zaslonu, kao izlaznom uređaju micro:bita, grafički iskaže količina svjetlosti u prostoru u kojoj se nalazi sam micro:bit. (URL 9)

Ime projekta: **Fotoelektrični učinak**

Link s materijalima:

<https://www.phy.hr/RUNA/microbit-physics-master/photoelectriceffect/>

Projekt sadrži dva programska koda koja se koriste pri opisivanju i reprezentaciji fotoelektričnog učinka pomoću micro:bit uređaja. Prvi kod prikazuje kako pomoću elektromagnetskog zračenja možemo izbiti elektron iz metala. U projektu micro:bit predstavlja metal, te se pomoću odabranog izbora svjetlosti, npr. baterijskom lampom, obasja micro:bit na njegovom se LED ekranu micro:bit uređaja upali jedna svjetleća dioda. To predstavlja izbijanje jednog elektrona iz metala pomoću elektromagnetskog zračenja. Drugi kod koristi se za prikaz ovisnost izbijenih elektrona o jakosti elektromagnetskog zračenja. Ovisno o količini svjetlosti koja pada na micro:bit, na LED ekranu upali se određen broj svjetlećih dioda. (URL 9)

Ime projekta: **Zvuk**

Link s materijalima:

<https://www.phy.hr/RUNA/microbit-physics-master/sound/>

Ovim projektom istražuje se kako zvuče određene frekvencije (ton). Pritiskom na pojedine tipke na micro:bit uređaju čuje se zvuk određene frekvencije. Frekvencije su zadane u programskom kodu i ispisuju se na LED ekranu micro:bita. Programski kod se može mijenjati te nudi mogućnost da se istražiti raspon frekvencija koje čuje ljudsko uho. (URL 9)

Ime projekta: **Raspored molekula kod čvrstih tijela, tekućina i plinova s promjenom temperature**

Link s materijalima:

<https://www.phy.hr/RUNA/microbit-physics-master/stateofmatter/>

Projekt uz pomoć micro:bita demonstrira raspored molekula kod čvrstih tijela, tekućina i plinova prije i nakon zagrijavanja. Pritiskom na pojedinu tipku, na LED ekranu prikazuje se raspored molekula u pojedinom agregatnom stanju prije zagrijavanja. Zatim se promjena temperature simulira tako da se micro:bit zatrese. Nakon trešnje na LED ekranu micro:bit uređaja prikazuje se bitno drugačiji raspored molekula nakon zagrijavanja. Projekt se može primijeniti u više nastavnih jedinica. Neke od njih su građa tvari, opis agregatnih stanja, temperatura i toplinsko širenje tijela. (URL 9)

### **3.2 Razradeni primjeri**

Pri izvođenju svakog od navedenih pokusa bit će potrebno koristiti osim micro:bit uređaja, osobno računalo ili laptop, micro-USB kabel tip B te dvije AAA baterije kako bi se napajao micro:bit kada nije priključen na osobno računalo ili laptop. Između ostalog, potreban je internet za pristup službenoj internetskoj stranici BBC micro:bita radi korištenja programskog okruženja MakeCode ili Python. Svi programski kodovi navedeni u nastavku napisani su pomoću Pythona.

#### **3.2.1 Mjerenje temperature**

U prethodnom poglavlju navedeno je da micro:bit sadrži senzor temperature. Korištenjem tog senzora i programskim upravljanjem micro:bit postaje termometar. Micro:bit očitava temperaturu u Celzijevim stupnjevima te ispisuje vrijednost na LED zaslonu. No, može se programskim upravljanjem postignuti da se vrijednost temperature prikazuje u različitim mjernim jedinicama.

Temperatura je jedna od osnovnih fizičkih veličina. Temperatura se označava slovom T, a mjerna jedinica u SI sustavu je Kelvin (K). U svakodnevnoj upotrebi koristi se Celzijev stupanj. Relacija koja povezuje te jedinice je:

$$T(K) = T(^{\circ}C) + 273,15$$

Mnoge fizičke veličine mijenjaju se promjenom temperature. Neke od njih su volumen i električni otpor. Upravo veza između promjene temperature i tih fizičkih veličina koristi se

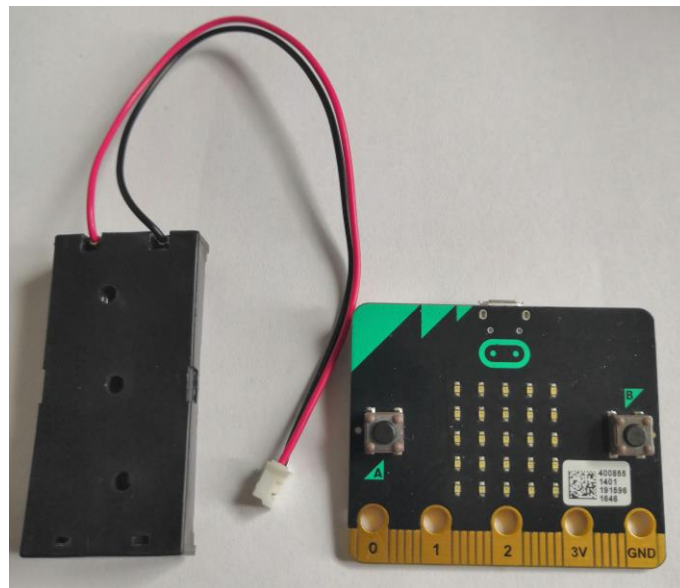
pri izradi raznih vrsta termometara. Tako postoji živin termometar kojemu se s promjenom temperature mijenja volumen žive. No, zbog štetnosti žive, više nije u širokoj upotrebi. Na istom principu promjene volumena s promjenom temperature radi i alkoholni termometar. Njegov raspon mjerenja je veći nego kod živinog termometra. (Young, 2013)

Micro:bit-ov senzor za mjerenje temperature radi na principu promjene električnog otpora s temperaturom. Kod većine materijala električni otpor raste s povećanjem temperature. Ako je taj porast približno linearan, takav materijal je pogodan za konstrukciju termometra. Senzor temperature ugrađen je u sam procesor micro:bita što znači da on mjeri temperaturu samog uređaja, a ne prostora gdje se nalazi. U nastavku je prikazan i detaljno razrađen projekt pomoću kojeg micro:bit postaje termometar.

### **Popis potrebne opreme**

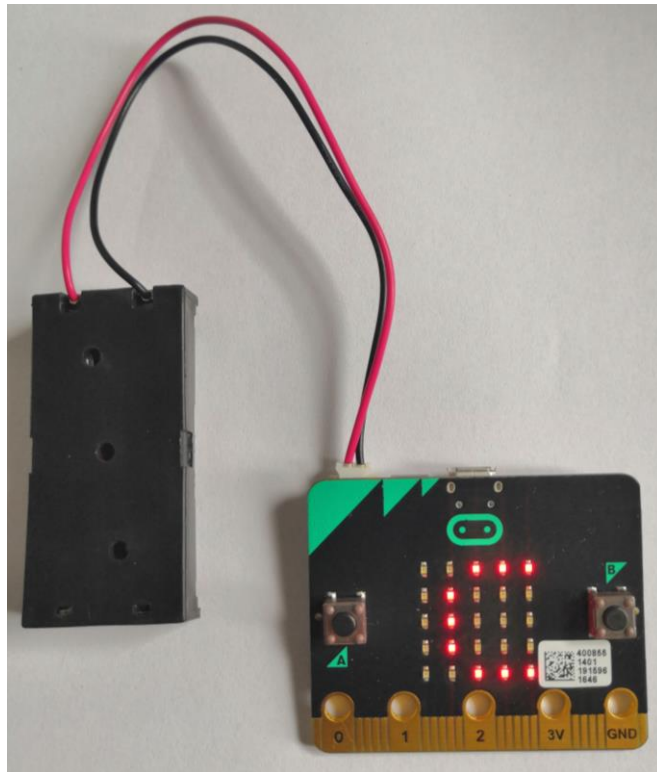
BBC micro:bit uređaj, micro-USB kabel tip B, držač baterije s dvije AAA baterije

### **Ekperimentalni postav**



**Slika 3.1** Postav prije spajanja





Slika 3.2 Postav nakon spajanja

### Programski kod

```
from microbit import *  
  
display = False  
  
a = 0  
  
k = 0  
  
def on_button_pressed_a():  
  
    global display  
  
    display = True  
  
    basic.show_number(input.temperature())  
  
    basic.show_string(" C")  
  
    basic.pause(2000)  
  
    display = False
```

```
input.on_button_pressed(Button.A, on_button_pressed_a)
```

```
def on_button_pressed_b():
```

```
    global display, a, k
```

```
    display = True
```

```
    a = input.temperature()
```

```
    k = a + 273.15
```

```
    basic.show_number(k)
```

```
    basic.show_string(" K")
```

```
    basic.pause(2000)
```

```
    display = False
```

```
input.on_button_pressed(Button.B, on_button_pressed_b)
```

### **Detalji izvedbe**

Programski kod prenese se na micro:bit uređaj. Programski kod omogućava da se vrijednost izmjerene temperature prikaže u različitim mjernim jedinicama. Slika 3.1 prikazuje potrebnu opremu. Pritiskom na tipku A na LED ekranu micro:bit uređaja ispisuje se vrijednost temperature u Celzijevim stupnjevima. Pritiskom na tipku B na LED ekranu ispisuje se vrijednost temperature u Kelvinima. Micro:bit uređaj mjeri temperaturu zraka okoline u kojoj se nalazi (Slika 3.2).

### **3.2.2 Ispitivanje električne provodnosti**

Električni vodič je svaka tvar koja provodi električnu struju. Električne vodiče karakterizira veliki broj slobodnih elektrona koji omogućuju neometano protjecanje električne struje kroz tvar. Tvar koja ne provodi električnu struju naziva se izolator. Izolatore karakterizira nemogućnost prijelaza elektrona iz valentne u vodljivu vrpcu.

Projekt se može primijeniti u osmom razredu osnovne škole na satovima fizike gdje se učenici upoznaju s nastavnom cjelinom *Električni vodiči i izolatori*.

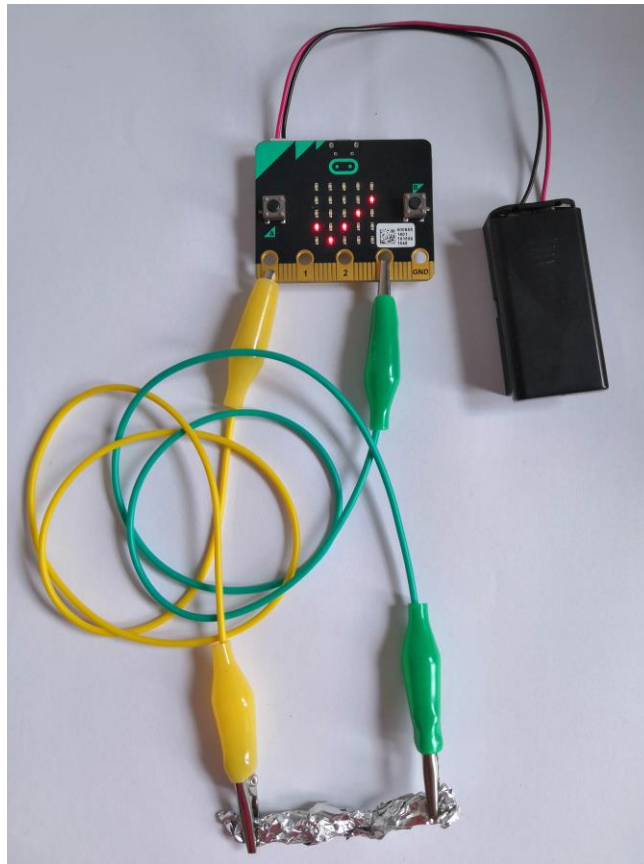
### Popis potrebne opreme

BBC micro:bit uređaj, micro USB kabel, držač baterije s dvije AAA baterije, 4 krokodilke i dvije žice, te materijali čija se električna provodljivost ispituje

### Eksperimentalni postav



Slika 3.3 Eksperimentalni postav prije spajanja



Slika 3.24 Eksperimentalni postav poslije spajanja

### Programski kod (URL 6)

```
from microbit import *

provodljivost = 0

def on_forever():
    global provodljivost
    provodljivost = pins.digital_read_pin(DigitalPin.P0)
    if provodljivost == 0:
        basic.show_icon(IconNames.NO)
    else:
        basic.show_icon(IconNames.YES)
basic.forever(on_forever)
```

## Detalji izvedbe

Za ispitivanje električne provodnosti materijala pomoću micro:bit uređaja potrebno je navedeni programski kod prenijeti na uređaj pomoću USB kabla. Pomoću dodatne opreme (**Pogreška! Izvor reference nije pronađen.**) i micro:bit uređaja sastavljen je jednostavan strujni krug. Strujni krug osim micro:bit uređaja čine dvije spojne žice, četiri krokodilke i materijal čija se električna provodnost ispituje. Jedan kraj žice spaja se na izvod 0, a drugi na materijal. Druga žica spaja se jednim krajem na izvod za napajanje od 3V, a drugim krajem na materijal kako bi se strujni krug zatvorio. U ovom postavu ispitana je provodnost plastike, drvenog štapića, novčića te aluminijske folije. Kada je u strujni krug priključen materijal koji provodi električnu struju, u ovom primjeru to je novčić i aluminijska folija, na LED ekranu micro:bit uređaja prikazuje se kvačica (Slika 3.). Zaključuje se da se radi o vodiču. Ako je strujni krug otvoren tj. u njega je priključen materijal koji ne provodi struju, u ovom primjeru to su drveni štapić i plastika, na LED ekranu micro:bita prikazuje se križić. Zaključuje se da je materijal za koji micro:bit prikazuje križić izolator, dok je materijal kod kojeg se prikazuje kvačica vodič. (URL 6)

### 3.2.3 Mjerenje napona

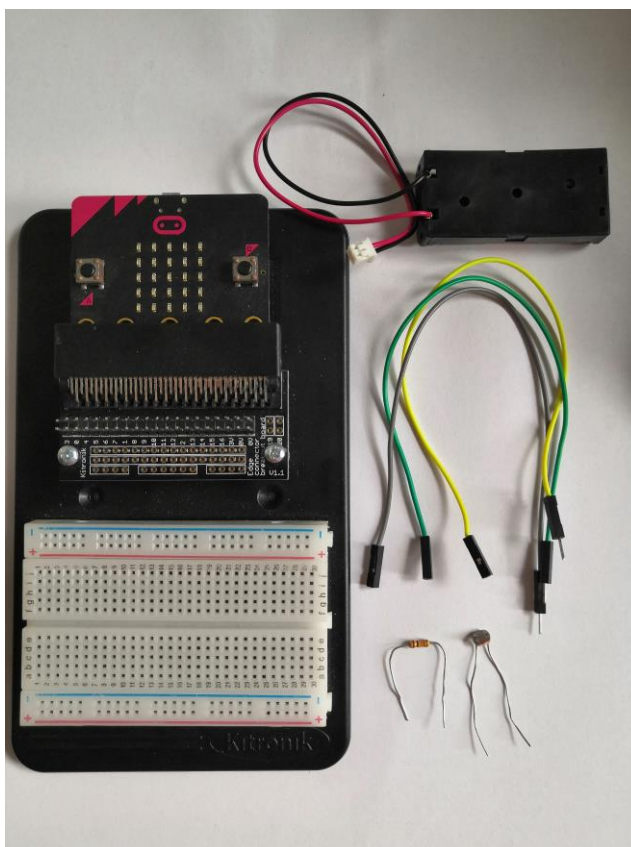
Električni napon između dvije točke jednak je omjeru promjene električne potencijalne energije i naboja, tj. radu što bi ga obavila električna sila premještajući jedinični pozitivni naboj iz jedne točke u drugu. Oznaka za električni napon je slovo  $U$ , dok je mjerna jedinica volt (V). Uređaj kojim se mjeri napon naziva se voltmetar. Napon je jedna od temeljnih veličina pomoću koje se opisuju strujni krugovi. (Paar, 2008)

U nastavku je prikazano kako micro:bit može mjeriti napon, odnosno padove potencijala čime postaje mjerni uređaj za mjerenje napona - voltmetar.

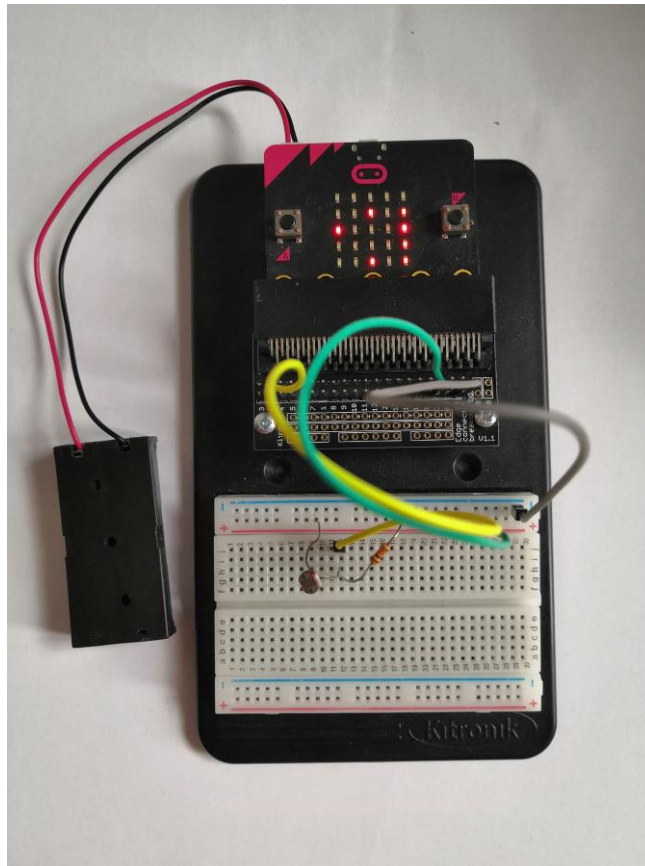
#### Popis potrebne opreme

BBC micro:bit, montažna ploča na koju se stavlja eksperimentalna pločica za spajanje i konektor za micro:bit, fotootpornik, otpornik otpora  $10\text{ k}\Omega$ , te tri muško-ženske spojne žice

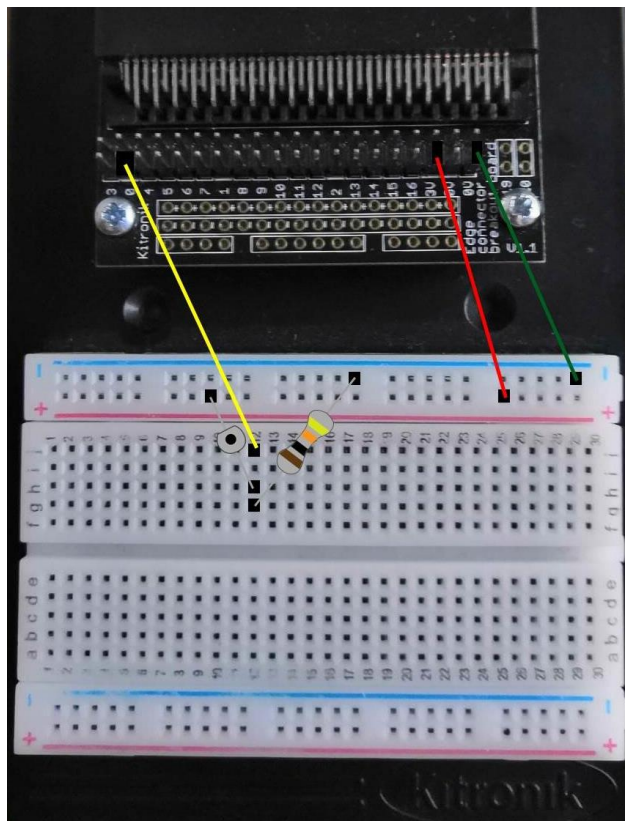
## Eksperimentalni postav



Slika 3.5 Eksperimentalni postav prije spajanja



Slika 3.6 Eksperimentalni postav poslije spajanja



Slika 3.7 Upute za spajanje

## Programski kod

```
from microbit import *

while True:

    Value = pins.analog_read_pin(AnalogPin.P0)

    if input.button_is_pressed(Button.A):

        basic.show_string("" + str((Value / 341)))

        basic.show_string(" V")
```

## Detalji izvedbe

Cilj ovog projekta je korištenje micro:bita kao voltmetra. Da bi se to ostvarilo potrebno je navedeni programski kod prenijeti na micro:bit uređaj i potrebna je oprema koju prikazuje Slika 3.5. Potrebno je sastaviti eksperimentalni postav kako prikazuje Slika 3.23.6 i Slika 3.7. Strujni krug, osim izvora električne energije i spojnih žica, čine otpornik, fotootpornik, te micro:bit. Otpornik i fotootpornik spojeni su u serijski spoj. Spojeni u seriji otpornik i fotootpornik dijele napon od 3V. Analogni ulaz micro:bita izvod 0 spojen je na kraj otpornika otpora 10 kΩ. Tako spojen micro:bit, prilikom pritiska na tipku A, očitava pad napona na otporniku. Fotootporniku se mijenja električni otpor ovisno o jakosti svjetlosti koja pada na njega. Njegov električni otpor smanjuje se s povećanjem jakosti svjetlosti uslijed povećanja foto vodljivosti.

Očitane vrijednosti analognog ulaza pretvaraju se u digitalni oblik u rasponu od 0 do 1023, gdje 0 odgovara naponu od 0V, dok 1023 naponu od 3V. Pomoću programskog koda vrijednosti su skalirane kako bi se na LED ekranu micro:bit uređaja prikazivale u jedinici za napon. U slučaju kada su električni otpori otpornika i fotootpornika jednaki, očitani pad napona će na svakom biti 1,5 V. U slučaju kada otpornik čini 75% ukupnog otpora strujnog kruga, micro:bit uređaj očitava pad napona od 75% vrijednosti ulaznog napona od 3V što slijedi Ohmov zakon. Pad napona u prikazanom serijskom spoju veći je na otporniku većeg otpora.



### 3.2.4 Mjerenje otpora

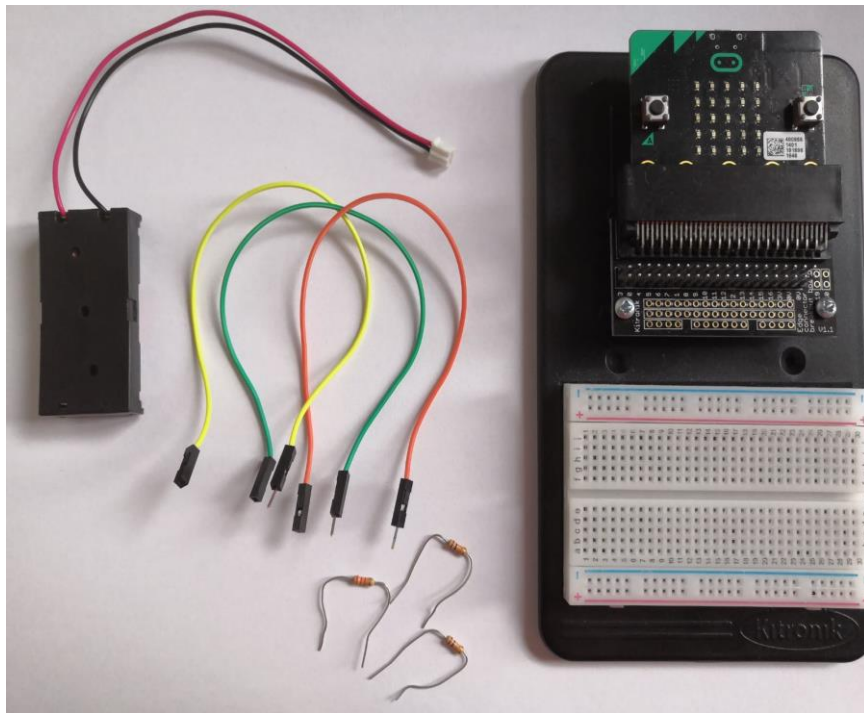
Električni otpor je skalarna fizička veličina koja se označava slovom  $R$ , a mjerna jedinica električnog otpora je Ohm ( $\Omega$ ). Nazvana je u čast njemačkom fizičaru Georgu Simonu Ohmu koji je na temelju eksperimenata utvrdio da različiti materijali imaju različite električne otpore. Električni otpor je karakteristika vodiča da se opire prolasku električne struje. Električni otpor posljedica je međudjelovanja slobodnih elektrona i iona koji titraju oko ravnotežnog položaja u kristalnoj rešetki vodiča. Pri tom međudjelovanju, koje se manifestira sudarima, slobodni elektroni dio svoje energije predaju ionima, te zbog toga usporavaju. Ionima se zbog prijenosa te energije povećava prosječna energija titranja oko ravnotežnog položaja što dovodi do povećanja temperature. Vrijednost otpora ovisi o otpornosti tvari od koje je predmet napravljen te njegovom obliku i veličini. (Young, 2013)

Projekt se može primijeniti u sklopu nastave fizike u osnovnoj školi u osmom razredu pri usvajanju nastavnih cjelina vezani uz električni otpor vodiča.

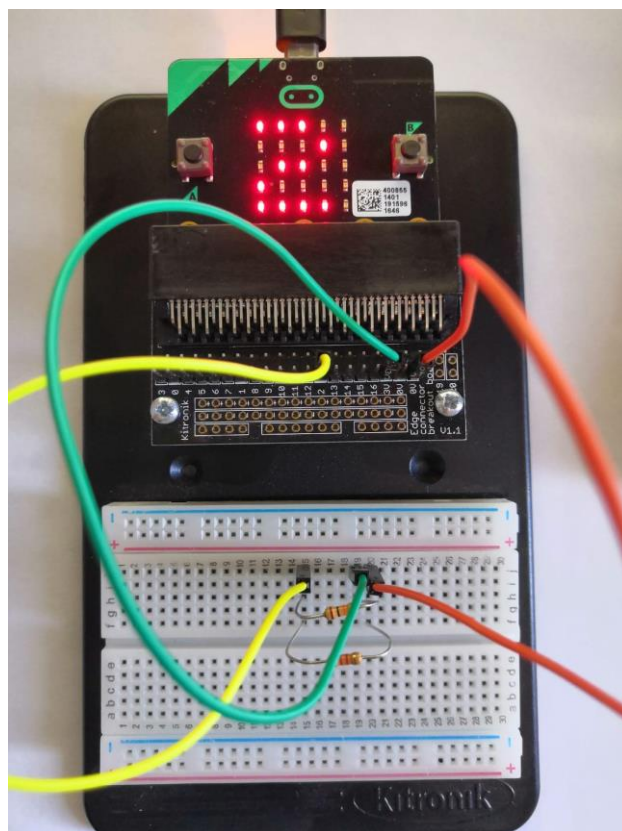
#### Popis potrebne opreme

BBC micro:bit uređaj, micro USB kabel, držač baterije s dvije AAA baterije, tri muško-ženske spojne žice, otpornik  $10\text{ k}\Omega$ , montažna ploča na koju stavljamo eksperimentalnu pločicu za spajanje i konektor za micro:bit te otpornici ili elementi kojima se želi izmjeriti vrijednost otpora

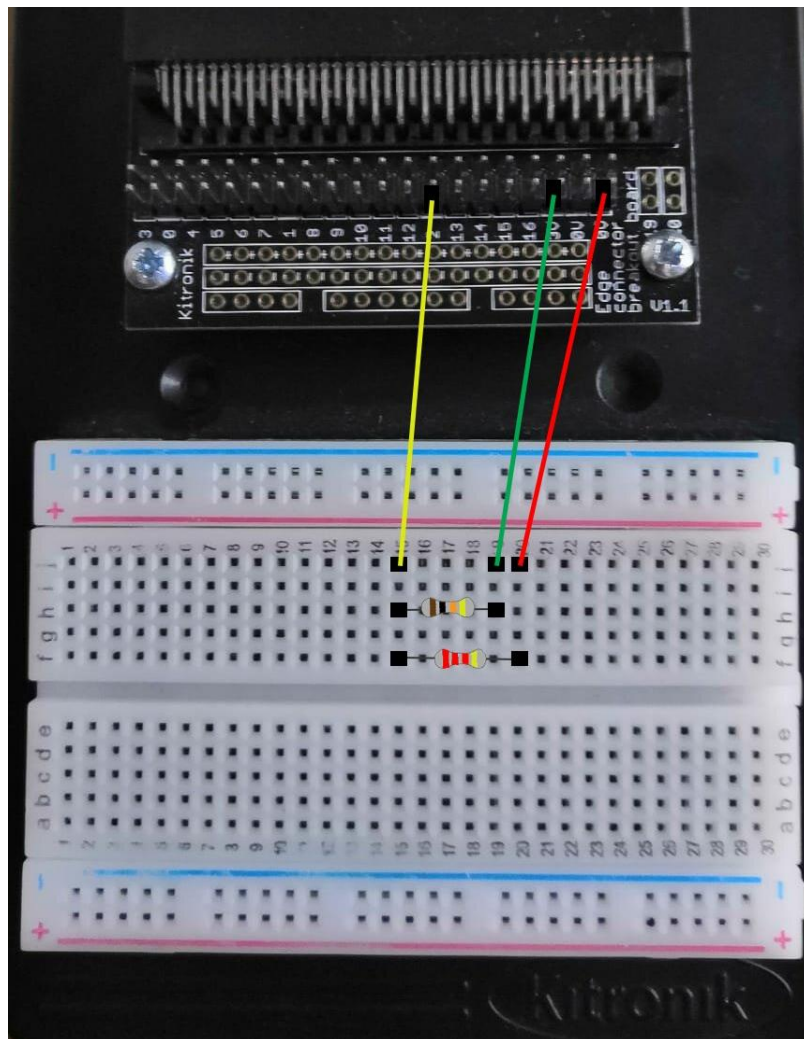
## Eksperimentalni postav



Slika 3.8 Eksperimentalni postav prije spajanja



Slika 3.9 Eksperimentalni postav poslije spajanja



Slika 3.10 Upute za spajanje

### Programski kod

```

from microbit import *

referenceResistorOhm = 10e3;

while True:

    if button_a.is_pressed():

        Vout = pin2.read_analog();

        if Vout < 1023:

            resistance = (referenceResistorOhm * Vout) / (1023 - Vout)

```

```

if resistance > 1e6:

    display.scroll(str(resistance / 1e6)+"MOhm", wait=False, loop=True)

elif resistance > 1e3:

    display.scroll(str(resistance / 1e3)+"kOhm", wait=False, loop=True)

else:

    display.scroll(str(resistance)+"Ohm", wait=False, loop=True)

else:

    display.scroll("OL", wait=False, loop=True)

elif button_b.is_pressed():

    display.clear()

    sleep(100)

```

### **Detalji izvedbe**

Pomoću mikro USB kabla tip B prebaci se programski kod s računala na micro:bit. Potrebno je sastaviti eksperimentalni postav kao što prikazuju Slika 3.8, Slika 3.9 i Slika 3.. Pritiskom na tipku A na LED zaslonu se ispisuje vrijednost električnog otpora elementa čiji otpor se mjeri. Pritiskom na tipku B, vrijednost na zaslonu se izbriše. Tada je moguće staviti idući otpornik ili element kojemu se želi izmjeriti otpor, te se izmjeriti vrijednost njegovog otpora pritiskom na tipku A. Ovim eksperimentalnim postavom te s pripadnim programskim kodom micro:bit postaje ommetar.

### **3.2.5 Određivanje naboja kondenzatora pomoću micro:bita**

Kondenzator je pasivni element koji na jednoj plohi skuplja pozitivne naboje, a na drugoj negativne naboje. Uz otpornike, najčešća su elektronička komponenta u strujnim krugovima. Osnovno svojstvo kondenzatora je sposobnost pohrane energije u obliku električnog naboja, odnosno potencijalne energije električnog polja. Električni kapacitet je koeficijent razmjernosti između naboja  $Q$  i napona  $U$ , tj. govori koliki se naboj može

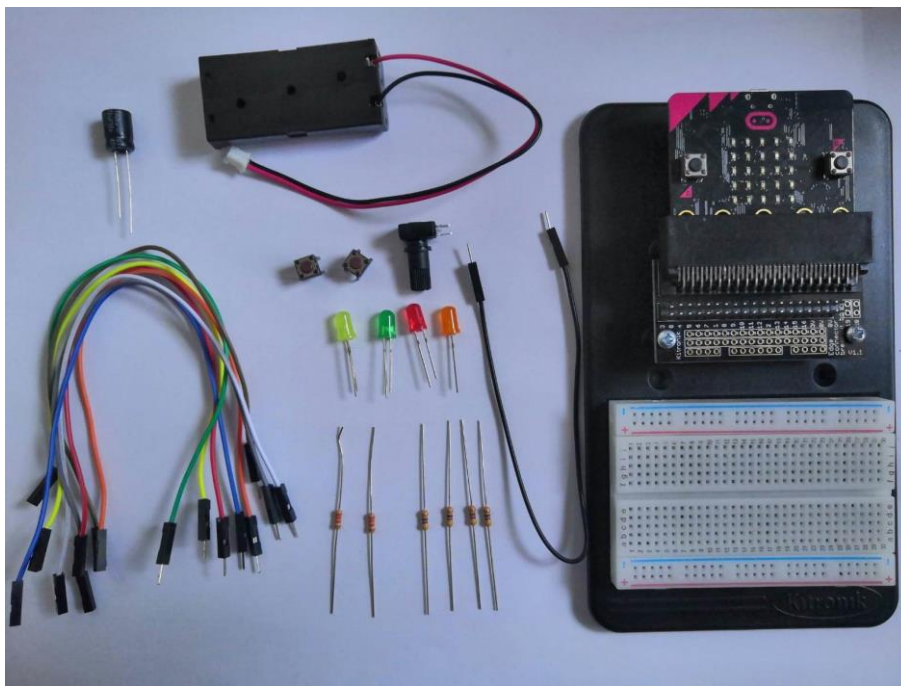
pohraniti u kondenzatoru na čijim je krajevima dani napon. Mjerna jedinica je Farad (F). (Paar,2008)

Projekt je primjenjiv za nastavu fizike u drugom razredu srednje škole pri analizi i opisu električnog polja, kondenzatora i pojma električnog kapaciteta.

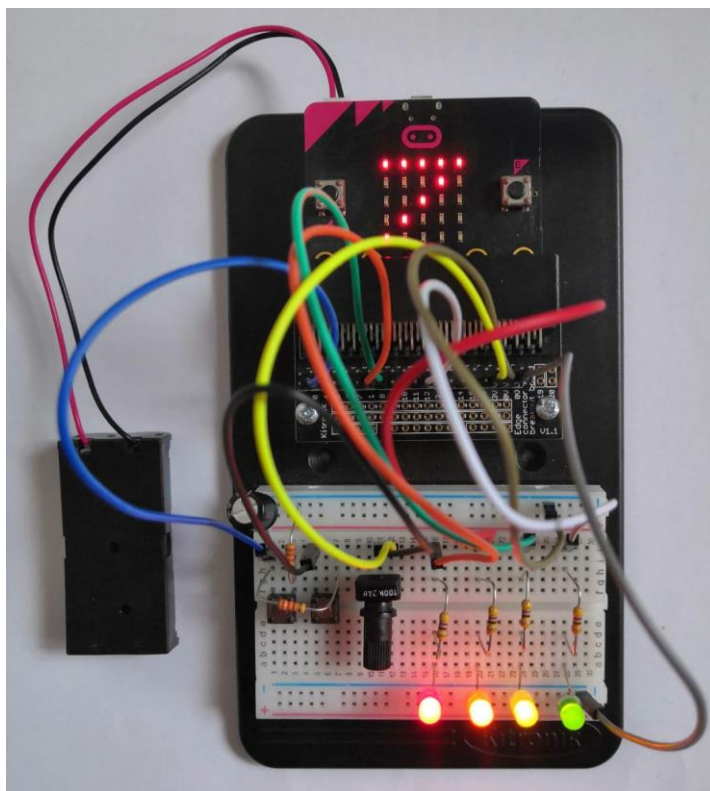
### Popis potrebne opreme

BBC micro:bit, montažna ploča na koju se stavlja eksperimentalna pločica za spajanje i konektor za micro:bit, promjenjivi otpornik (potencijometar), 470  $\mu\text{F}$  kondenzator, dva otpornika otpora 2,2 k $\Omega$ , četiri otpornika otpora 47  $\Omega$ , dva prekidača, žuta 5 mm LED dioda, zelena 5 mm LED dioda, narančasta 5 mm LED dioda, crvena 5 mm LED dioda, jedna muško-muška spojna žica, osam muško-ženskih spojnih žica

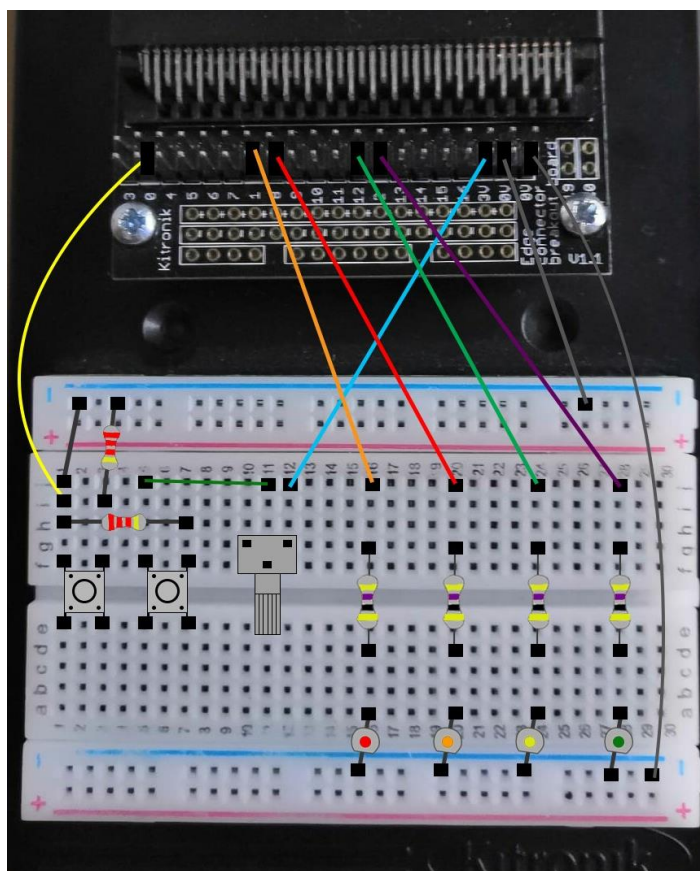
### Eksperimentalni postav



Slika 3.11 Eksperimentalni postav prije spajanja



Slika 3.12 Eksperimentalni postav poslije spajanja



Slika 3.13 Upute za spajanje

## Programski kod

Python programski kod preuzet s internetske stranice Kitronik. (URL 7)

```
cap_voltage = 0

percentage = 0

def on_forever():

    global cap_voltage, percentage

    cap_voltage = pins.analog_read_pin(AnalogPin.P0)

    percentage = cap_voltage / 10

    basic.show_number(percentage)

    if percentage > 25 and percentage <= 50:

        pins.digital_write_pin(DigitalPin.P1, 1)

    elif percentage > 50 and percentage <= 75:

        pins.digital_write_pin(DigitalPin.P1, 1)

        pins.digital_write_pin(DigitalPin.P2, 1)

    elif percentage > 75 and percentage <= 90:

        pins.digital_write_pin(DigitalPin.P1, 1)

        pins.digital_write_pin(DigitalPin.P2, 1)

        pins.digital_write_pin(DigitalPin.P8, 1)

    elif percentage > 90:

        pins.digital_write_pin(DigitalPin.P1, 1)

        pins.digital_write_pin(DigitalPin.P2, 1)

        pins.digital_write_pin(DigitalPin.P8, 1)

        pins.digital_write_pin(DigitalPin.P8, 1)
```

else:

```
pins.digital_write_pin(DigitalPin.P1, 0)
```

```
pins.digital_write_pin(DigitalPin.P2, 0)
```

```
pins.digital_write_pin(DigitalPin.P8, 0)
```

```
pins.digital_write_pin(DigitalPin.P8, 0)
```

```
basic.forever(on_forever)
```

### **Detalji izvedbe**

Programski kod prenese se na micro:bit uređaj. Slika 3.11 prikazuje potrebnu opremu. Uz pomoć sheme prikazane na Slikama 3.12 i 3.13 spoji se strujni krug. Strujni krug sastoji se od otpornika, kondenzatora, sklopki, svjetlećih dioda i promjenjivog otpornika. Pomoću ovakvog strujnog kruga prikazuje se nabijanje i izbijanje kondenzatora. Pritiskom na desni prekidač pokreće se nabijanje kondenzatora. Prilikom nabijanja kondenzatora svjetleće diode služe za indicaciju postotka nabijenosti kondenzatora. Kada je razina nabijenosti kondenzatora 25% tada se upali jedna svjetleća dioda, pri 50% svijetle dvije diode, te za svakih idućih 25% zasvijetli još po jedna dioda. Postotak nabijenosti kondenzatora se također prikazuje i na LED ekranu micro:bit uređaja. Pomoću promjenjivog otpornika možemo mijenjati otpor strujnog kruga. Pri malom otporu kondenzator se nabije brže, dok se pri velikom otporu kondenzator nabija sporije. Pritiskom na lijevi prekidač kondenzator će se izbijati. (URL 7)



### 3.3 *Primjena micro:bit-a u osnovnoj školi*

U sklopu diplomskog rada primijenjen je jedan od pokusa u osmom razredu osnovne škole. Cilj je uvidjeti kako učenici doživljavaju micro:bit uređaj, kako se njime koriste te javljaju li se miskoncepcije vezane uz razumijevanje gradiva. Prema načinu izvođenja pokusa odabran je učenički pokus, dok je prema ulozi odabran istraživački pokus. Pokus koji su učenici izveli je ispitivanje električne provodnosti. Materijali čija se provodnost ispituje su: drveni štapić, novčić, plastična slamka, gumica i aluminijska folija.

Učenički pokus izvode učenici podijeljeni u grupe. Pokus je izvelo 19 učenika u grupama po dvoje, te jedna grupa po troje. Svakoj grupi dodijeljen je micro:bit uređaj, radni listić, dvije spojne žice, krokodilke te materijali čiju električnu provodnost ispituju. Također učenici su imali pristup laptopima kako bi mogli napisati programski kod i prenijeti ga na micro:bit. Problem koji im je predstavljen je „Koji od materijala provodi struju?“ Učenici su na radni listić zapisali svoje hipoteze, te je nakon toga nekoliko njih prozvano kako bi iste i iznijeli. Zatim su trebali s navedenim materijalima složiti mjerni postav i napisati programski kod. Najprije im je dano određeno vrijeme da sami pokušaju doći do rješenja. Svi učenici su imali poteškoća sa sastavljanjem programskog koda stoga im je programski kod objašnjen i prikazan na ploči. Sa sastavljanjem mjernog postava nije uočen nikakav problem. Učenici su izvodili mjerenja te zapisivali rezultate na radni listić. Analizom rezultata svi učenici su došli do zaključka da drvo, plastična slamčica i gumica ne provode struju, dok aluminijska folija i novčić provode. Nakon toga raspravljeno je s učenicima o važnosti vodiča i izolatora te njihovoj primjeni u svakodnevnom životu.

Učenicima su razumjeli gradivo, odgovarali na pitanja i bili aktivni. Jedine poteškoće javile su se kod programskog upravljanja micro:bitom.

Radni listić na koji su učenici bilježili svoje hipoteze, opisivali eksperimentalni postav, skicirali pokus, zapisivali rezultate mjerenja i zaključak nalazi se u nastavku.

*Radni listić*

Pred vama se nalazi micro:bit, dvije žiće i materijali koje je potrebno ispitati provode li ili ne provode struju. Potrebno je da sami postavite hipoteze te smislite način na koji ih testirati. Potrebno je sastaviti eksperimentalni postav pomoću kojeg bi proveli istraživanje o svojoj hipotezi.

Hipoteza 1:

---

---

Hipoteza2:

---

---

Eksperimentalni postav:

---

---

Skica pokusa:

Programski kod za micro:bit:

Mjerenje i rezultati :

---

---

---

Zaključak:

---

---

---

Odgovori na pitanja:

Zašto su bakrene žice u kućnim instalacijama obložene gumom i plastikom? Zašto su kliješta obložena plastikom?

---

---

---

### 3.3.1 Rezultati ankete

Nakon razredne rasprave o rezultatima pokusa, učenici su sudjelovali u istraživanju. Postavljane su dvije hipoteze koje su istražene pomoću ankete. Prva hipoteza glasi: „Učenicima je zanimljivo koristiti micro:bit“, dok druga hipoteza glasi: „Učenici su upoznati sa značajkama micro:bita.“ Istraživanje je provedeno u lipnju u Osnovnoj školi Cestica. U anketi je sudjelovalo 19 učenika osmog razreda. Anketi su pristupili anonimno i svi anketni listići bili su važeći. U nastavku slijedi tablični prikaz rezultata izražen u postocima.

U prvom dijelu ankete nalazilo se 4 pitanja čiji su rezultati prikazani u tablicama.

**Tablica 1** Prikaz odgovora na pitanje *“Svoje razumijevanje micro:bita ocjenila/ocjenio bih s:“*

Oznaka na skali	Postotak (%)
1	0
2	26,32
3	31,58
4	26,32
5	15,79

**Tablica 2** Prikaz odgovora na pitanje “ *Moja najčešća ocjena iz fizike je:* “

Oznaka na skali	Postotak (%)
1	0
2	0
3	21,05
4	47,37
5	31,58

**Tablica 3** Prikaz odgovora na pitanje “ *Moja najčešća ocjena iz informatike je:* “

Oznaka na skali	Postotak (%)
1	0
2	5,26
3	10,53
4	42,11
5	42,11

**Tablica 4** Prikaz odgovora na pitanje “ *Ocjena koju bih dao/dala micro:bitu kao mjernom instrumentu:* “

Oznaka na skali	Postotak (%)
1	0
2	5,26
3	26,32
4	26,32
5	42,11

U Tablici 5 vidimo da 42,11 % ispitanih učenika ne koristi micro:bit izvan nastave, dok se 26,32 % njih izjasnilo da se niti slaže, niti ne slaže sa tvrdnjom, dok se sa tvrdnjom slaže 31,58% ispitanih učenika.

**Tablica 5** Prikaz odgovora na tvrdnju “ *Koristim micro:bit i van nastave.* “

Oznaka na skali	Postotak (%)
Uopće se ne slažem.	26,32
Ne slažem se.	15,79
Niti se slažem, niti se ne slažem.	26,32
Slažem se.	31,58
U potpunosti se slažem.	0

U Tablici 6 vidljivo je da bi ukupno ispitanih učenika voljelo da je više pokusa na nastavi fizike vezano uz micro:bit uređaj.

**Tablica 6** Prikaz odgovora na tvrdnju “*Volio/voljela bih da je više pokusa vezano uz micro:bit u nastavi fizike.*“

Oznaka na skali	Postotak (%)
Uopće se ne slažem.	10,53
Ne slažem se.	15,79
Niti se slažem, niti se ne slažem.	10,53
Slažem se.	36,84
U potpunosti se slažem.	26,32

U Tablici 7 i Tablici 8 učenici su dali odgovore na tvrdnje vezane uz programiranje micro:bita. Može se zaključiti da trećina učenika smatra da je lako programirati uz

micro:bit, dok također jedan trećina nailazi na poteškoće kod programskog upravljanja micro:bitom. Trećina učenika odgovorila je da se sa tvrdnjama niti slaže, niti ne slaže.

**Tablica 7** Prikaz odgovora na tvrdnju “ *Lako je programirati uz micro:bit.* “

Oznaka na skali	Postotak (%)
Uopće se ne slažem.	5,26
Ne slažem se.	31,58
Niti se slažem, niti se ne slažem.	31,58
Slažem se.	21,05
U potpunosti se slažem.	10,53

**Tablica 8** Prikaz odgovora na tvrdnju “ *Nailazim na poteškoće kod programskog upravljanja micro:bitom.* “

Oznaka na skali	Postotak (%)
Uopće se ne slažem.	10,53
Ne slažem se.	21,05
Niti se slažem, niti se ne slažem.	36,84
Slažem se.	31,58
U potpunosti se slažem.	0

U tablicama 9-11 prikazani su odgovori ispitanih učenika na tvrdnje vezane uz njihovo poznavanje komponenti micro:bita.

**Tablica 9** Prikaz odgovora na tvrdnju “Upoznat/upoznata sam da micro:bit sadrži senzor za temperaturu.”

Oznaka na skali	Postotak (%)
Uopće se ne slažem.	15,79
Ne slažem se.	36,84
Niti se slažem, niti se ne slažem.	21,05
Slažem se.	21,05
U potpunosti se slažem.	5,26

**Tablica 10** Prikaz odgovora na tvrdnju “Koristio/koristila sam micro:bit u pokusima kao akcelerometar.”

Oznaka na skali	Postotak (%)
Uopće se ne slažem.	47,37
Ne slažem se.	15,79
Niti se slažem, niti se ne slažem.	26,32
Slažem se.	10,53
U potpunosti se slažem.	0



**Tablica 11** Prikaz odgovora na tvrdnju “ *Programski sam upravljao/ upravljala micro:bit i koristio ga kao kompas.* “

Oznaka na skali	Postotak (%)
Uopće se ne slažem.	42,11
Ne slažem se.	42,11
Niti se slažem, niti se ne slažem.	5,26
Slažem se.	5,26
U potpunosti se slažem.	5,26

Iz Tablice 12 može se zaključiti da 68,42 % ispitanih učenika smatra kako pomoću micro:bit uređaja razvija znanja iz više predmeta. Njih 15,79% se niti slaže, niti ne slaže te se jednak postotak učenika ne slaže sa tom tvrdnjom.

**Tablica 12** Prikaz odgovora na tvrdnju “ *Uz korištenje micro:bita razvijam znanja iz više predmeta.* “

Oznaka na skali	Postotak (%)
Uopće se ne slažem.	5,26
Ne slažem se.	10,53
Niti se slažem, niti se ne slažem.	15,79
Slažem se.	31,58
U potpunosti se slažem.	36,84

U Tablici 13 prikazani su odgovori ispitanih učenika na tvrdnju “ *Planiram koristiti micro:bit i u budućnosti.* “

Tablica 13 **Prikaz odgovora na tvrdnju “ *Planiram koristiti micro:bit i u budućnosti.* “**

Oznaka na skali	Postotak (%)
Uopće se ne slažem.	31,58
Ne slažem se.	10,53
Niti se slažem, niti se ne slažem.	15,79
Slažem se.	21,05
U potpunosti se slažem.	21,05

Odgovori ispitanih učenika o tvrdnji “ *Zanimljivo mi je izrađivati projekte uz korištenje micro:bita.* “ prikazani su u Tablici 14.

Tablica 14 **Prikaz odgovora na tvrdnju “ *Zanimljivo mi je izrađivati projekte uz korištenje micro:bita.* “**

Oznaka na skali	Postotak (%)
Uopće se ne slažem.	10,53
Ne slažem se.	10,53
Niti se slažem, niti se ne slažem.	15,79
Slažem se.	36,84
U potpunosti se slažem.	26,32

Iz Tablice 15 može se vidjeti da 47,37 % ispitanih učenika želi dodatno samostalno istraživati o projektima koje pruža micro:bit, dok njih 26,32% ne želi. Također 26,32 % ispitanih se niti slaže, niti ne slaže s tom tvrdnjom.

Tablica 15 Prikaz odgovora na tvrdnju “ *Želim dodatno samostalno istražiti o projektima koje pruža micro:bit.* “

Oznaka na skali	Postotak (%)
Uopće se ne slažem.	10,53
Ne slažem se.	15,79
Niti se slažem, niti se ne slažem.	26,32
Slažem se.	42,11
U potpunosti se slažem.	5,26

U Tablici 16 nalazi se prikaz odgovora ispitanih učenika na tvrdnju “ *Micro:bit može zamijeniti mjerne instrumente.* “ Vidljivo je da se većina njih, 68,42% slaže s tom tvrdnjom.

Tablica 16 Prikaz odgovora na tvrdnju “ *Micro:bit može zamijeniti mjerne instrumente.* “

Oznaka na skali	Postotak (%)
Uopće se ne slažem.	0
Ne slažem se.	10,53
Niti se slažem, niti se ne slažem.	21,05
Slažem se.	47,37
U potpunosti se slažem.	21,05

Prikaz odgovora ispitanih učenika na tvrdnju “ *Predložio bi upotrebu micro:bita u svim školama.* “ nalazi se u Tablici 17.

**Tablica 17** Prikaz odgovora na tvrdnju “ *Predložio bi upotrebu micro:bita u svim školama.*“

Oznaka na skali	Postotak (%)
Uopće se ne slažem.	0
Ne slažem se.	5,26
Niti se slažem, niti se ne slažem.	10,53
Slažem se.	26,32
U potpunosti se slažem.	57,89

Iz navedenih rezultata istraživanja može se zaključiti kako je prva hipoteza „Učenicima je zanimljivo koristiti micro:bit“ podržana. Tome u prilog govori činjenica da 63,16 % ispitanih učenika odgovara da im je zanimljivo izrađivati projekte uz korištenje micro:bit uređaja. Također 63,16 % ispitanih bi voljelo da je još više pokusa u nastavi fizike povezano uz micro:bit. Da se micro:bit koristi u svim školama predložilo bi 84,21 % ispitanih.

Druga hipoteza glasi „Učenici su upoznati sa značajkama micro:bita.“. S tvrdnjom da su upoznati s činjenicom da micro:bit sadrži senzor za temperaturu složilo se 26,32 %. Da je koristilo micro:bit kao akcelerometar složilo se 10,53 % ispitanih učenika. Također isti postotak ispitanih, njih 10,53 % upoznato je s činjenicom da micro:bit sadrži kompas. Iz navedenih se rezultata može odbaciti druga hipoteza.

Prikaz provedene ankete nalazi se u nastavku.

## Anketa

Sudionici ankete pristupaju anonimno, te je sudjelovanje dobrovoljno. Anketa se provodi za potrebe pisanja diplomskog rada Viktorije Milec, Konstrukcija mjernih instrumenata baziranih na micro:bitu za potrebe nastave fizike. Procijenjeno vrijeme trajanja ankete je 10 minuta.

Molimo vas da odgovorite na iduća pitanja zaokruživanjem jednog od ponuđenih odgovora.

Prva skupina pitanja:

I. Spol:

a. M                      b. Ž

II. Svoje razumijevanje micro:bita ocjenila/ocjenio bih s:

a. 1                      b. 2                      c. 3                      d. 4                      e. 5

III. Moja najčešća ocjena iz fizike je:

a. 1                      b. 2                      c. 3                      d. 4                      e. 5

IV. Moja najčešća ocjena iz informatike je:

a. 1                      b. 2                      c. 3                      d. 4                      e. 5

V. Ocjena koju bih dao/dala micro:bitu kao mjernom instrumentu:

a. 1                      b. 2                      c. 3                      d. 4                      e. 5

Druga skupina pitanja:

Pažljivo pročitate sljedeće tvrdnje, te zaokružite broj koji se odnosi na vas.

1-uopće se ne slažem,                      2-ne slažem se,                      3-niti se slažem , niti se ne slažem ,

4-slažem se,                      5-u potpunosti se slažem

1. Koristim micro:bit i van nastave.

a. 1            b. 2            c. 3            d. 4            e. 5

2.    Volio/voljela bih da je više pokusa vezano uz micro:bit u nastavi fizike.

a. 1            b. 2            c. 3            d. 4            e. 5

3.    Lako je programirati uz micro:bit.

a. 1            b. 2            c. 3            d. 4            e. 5

4.    Nailazim na poteškoće kod programskog upravljanja micro:bitom.

a. 1            b. 2            c. 3            d. 4            e. 5

5.    Upoznat/upoznata sam da micro:bit sadrži senzor za temperaturu.

a. 1            b. 2            c. 3            d. 4            e. 5

6.    Koristio/koristila sam micro:bit u pokusima i kao akcelerometar.

a. 1            b. 2            c. 3            d. 4            e. 5

7.    Programski sam upravljao/ upravljala micro:bit i koristio ga kao kompas.

a. 1            b. 2            c. 3            d. 4            e. 5

8.    Uz korištenje micro:bita razvijam znanja iz više predmeta.

a. 1            b. 2            c. 3            d. 4            e. 5

9.    Planiram koristiti micro:bit i u budućnosti.

a. 1            b. 2            c. 3            d. 4            e. 5

10.   Zanimljivo mi je izrađivati projekte uz korištenje micro:bita.

a. 1            b. 2            c. 3            d. 4            e. 5

11. Želim dodatno samostalno istražiti o projektima koje pruža micro:bit.

a. 1            b. 2            c. 3            d. 4            e. 5

12. Micro:bit može zamijeniti mjerne instrumente.

a. 1            b. 2            c. 3            d. 4            e. 5

13. Predložio/la bi upotrebu micro:bita u svim školama.

a. 1            b. 2            c. 3            d. 4            e. 5

#### 4. Zaključak

U nastavi fizike nužno je izvoditi pokuse pomoću kojih učenici usvajaju fizikalne zakone i koncepte na što manje apstraktan način. Isto tako, u nastavi fizike potrebno je kod učenika razvijati znanstveno razmišljanje i zaključivanje, kako bi se održavao karakter fizike kao znanstvene discipline. Navedeno je moguće ostvariti istraživački usmjerenom nastavom koja također kod učenika razvija kognitivne i metakognitivne vještine te potiče aktivno učenje.

Micro:bit uređaj prisutan je u većini osnovnih škola u Hrvatskoj zahvaljujući STEM revoluciji. Potrebno je iskoristiti njegovu dostupnost za rano učenje i razvoj STEM vještina te pomoću njega nastavu učiniti suvremenom.

Micro:bit može riješiti i problem nedostatka opreme školskih kabineta fizike. U ovom diplomskom radu dani su primjeri kako micro:bit može poslužiti kao mjerni instrument. Prikazana je i važnost korištenja sve dostupnije dodatne tehnologije uz micro:bit kako bi se povećao raspon područja njegove primjene. Velika količina edukativnih materijala vezana uz korištenje micro:bita dostupna je na internetu. Neki od projekata koji se mogu pronaći na internetu detaljno su opisani u ovom diplomskom radu da bi nastavnicima pružili uvid u njihovu implementaciju u nastavu fizike.

Na temelju rezultata ankete provedene u sklopu ovog diplomskog rada i na temelju analize 12 studija Kalogiannakis, 2021. može se zaključiti da postoji veliki interes učenika za korištenje micro:bit uređaja u nastavi te da i sami učenici uočavaju benefite korištenja micro:bit uređaja. Stoga se još jednom napominje da je važno iskoristiti njegovu dostupnost i implementirati ga u nastavu.



## Literatura

- [1] Young, H ; Freedman, R; Sears and Zemansky's University Physics with Modern Physics, 13. izdanje, 2013.
- [2] Paar, V ; Šips, V : Fizika 2, udžbenik za drugi razred gimnazije, 2. izdanje, Školska knjiga, 2008.
- [3] Planinić, M: Istraživački usmjerena nastava fizike – kako je približiti školskoj zbilji, Zbornik radova XII. hrvatskog simpozija o nastavi fizike, Hrvatsko fizikalno društvo, Zagreb, 2015.
- [4] W. Bybee, R: What Is STEM Education?/Science, Vol.329, Issue 5995, str 996. (2010.)
- [5] Tyrén, M; Heath, C; Carlborg, N; Eriksson, E: Considerations and Technical Pitfalls for Teaching Computational Thinking with BBC micro:bit, 2018.
- [6] Teiermayer, A: Improving students' skills in physics and computer science using BBC Micro:bit, Phys. Educ. 54 065021, 2019.
- [7] Kalogiannakis, M; Tzagkaraki, E; Papadakis, S: A Systematic Review of the Use of BBC Micro:bit in Primary School, 2021.
- [8] Žagar, M; Mišura, K : Nevidljivi Internet, OPEN infoTrend, online izdanje, 20.1.2021., <http://www.infotrend.hr/clanak/2015/4/nevidljivi-internet,83,1144.html>
- [9] Ministarstvo znanosti i obrazovanja; Kurikulum nastavnog predmeta Fizika za osnovne škole i gimnazije, 2019., pristupljeno 20.8.2021. [https://narodnenovine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019\\_01\\_10\\_210.html](https://narodnenovine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_01_10_210.html)
- [10] URL 1, Međunarodni sustav jedinica. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021. pristupljeno 26. 5. 2021. <https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=39852>
- [11] URL 2, BBC micro:bit, pristupljeno 26. 5. 2021. <https://microbit.org/hr/>
- [12] URL 3, UPOZNAJTE MICRO:BIT, pristupljeno 27. 5. 2021. <https://izradi.croatianmakers.hr/lessons/upoznajte-microbit/>
- [13] URL 4, Što je Microbit? pristupljeno 27. 5. 2021. <https://kitteens.org/sto-je-microbit/>
- [14] URL 5, Informatika 1, 1.sustavni djelovi računala, 1.3. uređaji za ulaz i izlaz podataka , pristupljeno 31.5.2021. [https://edutorij.e-skole.hr/share/proxy/alfresco-noauth/edutorij/api/proxy-guest/077692d7-9a76-4cab-ad5e-2f6059c95c60/html/400\\_uredaji\\_za\\_ulaz\\_i\\_izlaz\\_podataka.html](https://edutorij.e-skole.hr/share/proxy/alfresco-noauth/edutorij/api/proxy-guest/077692d7-9a76-4cab-ad5e-2f6059c95c60/html/400_uredaji_za_ulaz_i_izlaz_podataka.html)

- [15] URL 6, Provodljivost materijala , Edukacijski materijali Izradi!, Instituta za razvoj i inovativnost mladih, (IRIM). Pristupljeno 27. 5. 2021.  
<https://izradi.croatianmakers.hr/lessons/microbit-provodljivost-materijala/>
- [16] URL 7, Donnison, M: Inventors Kit Experiment 9 Further Help, Coding tutorials, 11.10.2016., pristupljeno 27.5.2021.  
<https://kitronik.co.uk/blogs/resources/inventors-kit-experiment-9-help>
- [17] URL 8, YETI ACADEMY, 5 Reasons Why STEM Education is Important in 2021, 4.1.2021., pristupljeno 11.8.2021. <https://yetiacademy.com/reasons-why-stem-education-is-important-in-2021/>
- [18] URL 9, Stikka, microbit-physics, pristupljeno 2.9.2021.  
<https://github.com/Stikka/microbit-physics>
- [19] URL 10, Kitronik Inventor's Kit for the BBC micro:bit , pristupljeno 30.8.2021.  
<https://kitronik.co.uk/products/inventors-kit-for-the-bbc-micro-bit>
- [20] URL 11, PHYS:BIT, pristupljeno 30.8.2021 <https://proto-pic.co.uk/product/physbit-kit-physics-classroom-add-on-for-microbit/>
- [21] URL 12, ElecFreaks, pristupljeno 30.8.2021 [https://www.elecFreaks.com/learn-en/microbitKit/experiment\\_box/experiment\\_box.html](https://www.elecFreaks.com/learn-en/microbitKit/experiment_box/experiment_box.html)
- [22] URL 13, Utah Coding Project, Microbit Science Experiments, pristupljeno 1.9.2021.  
<https://sites.google.com/view/utahcodingproject/microbits/microbit-science-experiments>

## Životopis

Moje ime je Viktorija Milec, rođena sam 12. listopada 1996. godine u Varaždinu. Obrazovanje započinjem u Osnovnoj školi Cestica. Nakon završetka osnovne škole upisujem opći smjer Druge gimnazije Varaždin. Nakon završene srednje škole, 2015. godine upisujem Integrirani preddiplomski i diplomski studij fizike, nastavnički smjer, na Fizičkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Tokom studiranja držala sam instrukcije iz fizike te sam jednu godinu radila na Visokom učilištu Effectus kao koordinator nastave. U slobodno vrijeme bavim se fotografijom, te sam fotografirala na Otvorenim danima Fizičkog odsjeka-Fizika danas, Primatijadi i raznim drugim događanjima izvan fakulteta. Sudjelovala sam na Xfo fotomaratonu i Foto danima mladih. Na foto natječaju „Hrvatska očima mladih“ Središnjeg državnog ureda za demografiju i mlade u 2021. godini osvojila sam prvo mjesto.