

Klimatske promjene kao tema u nastavi fizike

Vidošević, Sara

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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:217:384594>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-27**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
FIZIČKI ODSJEK

Sara Vidošević

KLIMATSKE PROMJENE KAO TEMA U
NASTAVI FIZIKE

Diplomski rad

Zagreb, 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
FIZIČKI ODSJEK

INTEGRIRANI PREDDIPLOMSKI I DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ
FIZIKA; SMJER: NASTAVNIČKI

Sara Vidošević

Diplomski rad

**Klimatske promjene kao tema u nastavi
fizike**

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

Ocjena diplomskog rada: _____

Povjerenstvo: 1. _____

2. _____

3. _____

Datum polaganja: _____

Zagreb, 2022.

Od srca zahvaljujem
mentoru doc. dr. sc. Daliboru Paaruu na pomoći, savjetima i inspiraciji,
svojim roditeljima i sestrama na vječnoj podršci i ljubavi,
najboljoj čuvarici Rei i mom anđelu, Mini, koja mi je vjerno pravila društvo tijekom
pisanja ovog rada.

Sažetak

Tema klimatskih promjena u školskom obrazovanju, a naročito u nastavi fizike, zastupljena je minimalno u odnosu na njenu važnost. Fizika kao eksperimentalna znanost mora učenicima ponuditi eksperimentalni pristup toj temi kako bi samostalno došli do opažanja i time bolje razumjeli klimu na globalnoj razini. Ovaj rad temelji se na korištenju micro:bita u kombinaciji s vanjskim senzorima, kao jednostavnog mjernog instrumenta. Mikroračunala, posebice micro:bit, imaju brojne prednosti i mogućnost brze implementacije u nastavni proces. Ovakvi pokusi omogućavaju učenje programiranja i uvid u principe rada suvremenih mjernih uređaja. Rad je osmišljen kao uputa nastavnicima za uvođenje teme klimatskih promjena u nastavu fizike. Kao središnja aktivnost odabran je učinak staklenika kao jedna od najvažnijih tema u kontekstu proučavanja klimatskih promjena. Uz osnovne principe učinka staklenika, dane su upute za kodove potrebne za programiranje micro:bitova, primjeri pokusa koje je moguće uvesti u nastavu s pojašnjenjima, primjerima mjerenja i analize podataka, motivacijskim pitanjima i popratnim materijalima za učenike.

Ključne riječi: klimatske promjene, nastava fizike, pokusi, micro:bit

Climate change as a topic in physics classes

Sara Vidošević

Abstract

The topic of climate change in school education, and especially in the teaching of physics, is represented minimally in relation to its importance. Physics, as an experimental science, must offer students an experimental approach to the subject in order to independently come to observations and thereby better understand the climate on a global scale. This work is based on the use of the micro:bit, in combination with external sensors, as a simple measuring instrument. Microcomputers, especially micro:bit, have numerous advantages and the possibility of quick implementation in the teaching process. Such experiments enable learning programming and insight into the principles of operation of modern measuring devices. The thesis is designed as an instruction for teachers to introduce the topic of climate change into physics classes. As a central activity, the greenhouse effect was chosen as one of the most important topics in the context of studying climate change. In addition to the basic principles of the greenhouse effect, there are instructions for the codes needed to program the micro: bits, examples of experiments that can be introduced into classes with explanations, examples of measurement and data analysis, motivational questions and accompanying materials for students.

Keywords: climate change, physics lessons, experiments, micro:bit

Sadržaj

1. Uvod	5
2. Učinak staklenika	7
2.1. Staklenički plinovi	8
2.2. Apsorpcijski spektar stakleničkih plinova i objašnjenje učinka staklenika	9
2.3. Zemljina ravnoteža Sunčevog zračenja	11
3. Micro:bit	12
3.1. Dijelovi Micro:bita	12
3.2. Upotreba MakeCode uređivača koda za micro:bit	14
3.3. Zašto koristiti micro:bit za mjerenje temperature?	15
4. Instrument za mjerenje temperature i relativne vlažnosti zraka	16
4.1. Izrada koda za meteorološku postaju	18
4.2. Povezivanje micro:bitova radio vezom	23
5. Pokusi	30
5.1. Istraživanje temperature (i relativne vlažnosti zraka) u stakleniku i okolini	30
5.2. Utjecaj koncentracije ugljikovog dioksida na temperaturu	41
5.3. Kako pojačani učinak staklenika utječe na topljenje leda?	45
5.4. Utjecaj različitih lokacija na klimatske elemente	52
6. Statistička analiza podataka	56
6.1. Prebacivanje podataka u Excel	56
6.2. Primjer obrade podataka uz motivacijska pitanja	58
6.3. Kako donositi zaključke o klimi?	61
7. Zaključak	63
Prilozi	64
A Vodič za učenike – Koraci za kodiranje termometra	64
B Radni listić Učinak staklenika za sedmi razred	66
C Radni listić Učinak staklenika za osmi razred	68
D Radni listić uz pokus 5.1.	71
E Radni listić uz pokus 5.2.	73
F Radni listić uz pokus 5.3.	75

G Radni listić uz pokus 5.4.....	76
H Priprema za nastavni sat.....	78
Literatura	84
Životopis.....	86

1.Uvod

Klimatske promjene jedan su od ključnih problema današnjice. Svjedoci smo sve češćih negativnih utjecaja ekstremnih klimatskih uvjeta – od velikih suša koje, osim poljoprivrednih gubitaka, za sobom ostavljaju i presušena korita te narušene ekosustave, do poplava koje uz velike materijalne štete sa sobom nerijetko odnose i ljudske živote. Mnogima je do prije samo nekoliko godina pojam globalnog zatopljenja zvučao kao nezamisliv scenarij iz daleke budućnosti, no već danas taj pojam je izgubio značenje pukog otapanja nekih dalekih ledenjaka te metaforički ušao u naše domove, vrtove, more... Nažalost, unatoč tome što su ljudi sve svjesniji klimatskih promjena te iako se o njima, htjeli – ne htjeli, priča svakodnevno, razina educiranosti o istima je jako mala u odnosu na važnost i sveprisutnost.

Klimatske promjene danas u nacionalnim kurikulumima zastupljene u okviru međupredmetnih tema (Održivi razvoj) (1), u Geografiji kroz ishod *GEO SŠ B.3.2.+ Učenik analizira promjene klime te argumentirano objašnjava utjecaj čovjeka na globalno zatopljenje* (2), nešto u Prirodi kroz ishod *OŠ PRI B.6.2. Učenik raspravlja o važnosti održavanja uravnoteženog stanja u prirodi i uzrocima njegova narušavanja* (3). U nacionalnom kurikulumu iz Kemije je utjecaj tvari i čovjeka na okoliš dosta zastupljena tema što nastavnicima kemije daje puno prostora za obraćanje pozornosti na klimatske promjene (4). U nacionalnom kurikulumu iz Fizike najbliže klimatskim promjenama su *preporuke za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda Posebno istaknuti utjecaj toplinskih strojeva na onečišćenje okoliša i učinak staklenika kao posljedicu, Istražuje učinak staklenika* (5). Potonja otvara mjesto projektima ili pokusima kojih je nažalost na ovu temu u praksi jako malo.

Pristup temi klimatskih promjena u školama najčešće se zadržava na umjetničko – aktivističkoj razini (prezentacije, plakati, umjetnički radovi, radionice...) te na taj način, iako budi svijest o klimatskim promjenama, zapravo ne nudi razumijevanje ključnih koncepata vezanih uz njih. Osim toga, možda upravo zbog prethodno navedenog, danas postoje razne pseudoznanstvene grupacije koje iskrivljavaju znanstvene činjenice i iznose znanstveno neutemeljene tvrdnje vezane uz klimatske promjene. Zahvaljujući internetu i društvenim mrežama, dobivaju veliki prostor djelovanja i lako dolaze do učenika. Stoga, vrlo je važno da se učenici putem pokusa upoznaju sa principima znanstvene metode, ulogom eksperimentalnih mjerenja i načinima kako se dolazi do znanstvenih spoznaja u

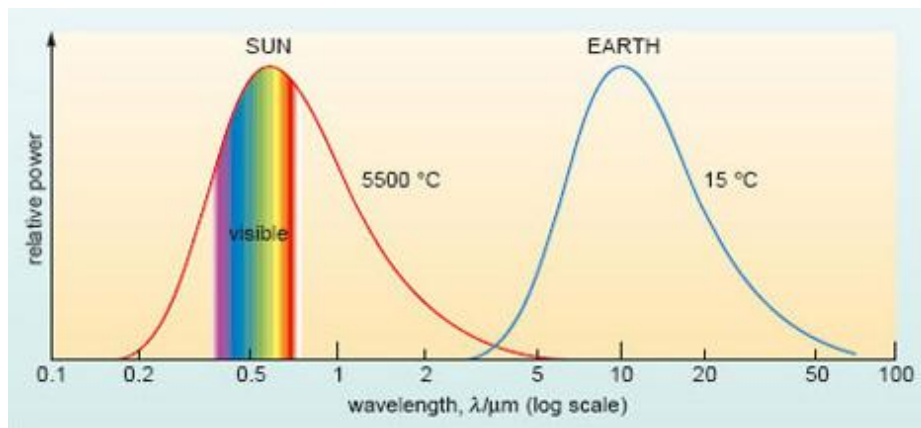
tematici klimatskih promjena. Pri tome posebno treba istaknuti da čovjek na mnoge načine ugrožava naš planet, od onečišćenja okoliša do povećane emisije određenih stakleničkih plinova što direktno utječe na učinak staklenika.

2. Učinak staklenika

Učinak staklenika je proces koji najčešće spominjemo kada je riječ o klimatskim promjenama, napose u školi. Međutim, nerijetko se zaboravi spomenuti da bez učinka staklenika život na Zemlji ne bi bio moguć. Osim toga, u diskusijama o stakleničkim plinovima često se izostavlja glavni staklenički plin – vodena para, što otežava razumijevanje tematike i otvara prostor pogrešnih interpretacija. Zato je ovoj tematici potrebno pristupiti sustavno, razmatrajući je s fizikalne i kemijske strane.

Još 1827. godine francuski matematičar i fizičar Joseph Fourier krenuo je u razmatranja zašto je prosječna temperatura na Zemlji 15 °C, a ne -18 °C koliko su njegovi izračuni pokazivali. Fourier je zaključio da se u atmosferi mora odvijati proces sličan onome u staklenicima. Iako su u Zemljinoj jezgri visoke temperature (6000 °C), glavni izvor topline na površini Zemlje je Sunce. Sunce emitira različite elektromagnetske valove od kojih su nam posebno važna vidljiva svjetlost i infracrveni valovi. Oni sa Sunca na Zemlju donose energiju koja se apsorpcijom na površini Zemlje pretvara u toplinu. Iz termodinamike znamo da materija u različitim stanjima (kruto, tekuće, plinovito) ovisno o svojim svojstvima može apsorbirati određenu količinu topline, pri čemu dolazi do porasta temperature u sustavu gdje se ta materija nalazi.

U stakleniku, staklo propušta vidljivu svjetlost i infracrvene valove sa Sunca, a dio njihove energije zemlja i biljke apsorbiraju (unutarnja energija). Iz termodinamike također znamo da svako tijelo koje apsorbira energiju, istovremeno ju emitira. Stoga se i ta apsorbirana energija emitira od strane zemlje i biljaka i to najviše u obliku infracrvenih valova. No ti emitirani valovi nemaju isto svojstvo kao dolazni, njihova valna duljina je veća pa ne mogu proći kroz staklo (slika 2.1). Kada staklo apsorbira to infracrveno zračenje, ono dio zračenja emitira u vanjski prostor, a dio natrag u staklenik. Na taj način dio topline ostaje zarobljen u stakleniku pa je temperatura unutar staklenika veća nego u vanjskom prostoru. Fourier je pretpostavio da i atmosfera treba na neki način zarobiti dio infracrvenog zračenja pa je proces koji se odvija u atmosferi nazvan efekt ili učinak staklenika.(6)



Slika 2.1. Na slici vidimo područje valnih duljina elektromagnetskih valova koji dolaze sa Sunca (kratki valovi – crvena krivulja) u usporedbi sa infracrvenim valovima emitiranim sa Zemlje (dugi valovi-plava krivulja). Na y osi je relativni intenzitet zračenja, a na x osi valna duljina u logaritamskoj skali. Osim ultraljubičastog zračenja i vidljive svjetlosti, Zemlja apsorbira kratkovalno infracrveno područje (koje emitira Sunce) koje je desno od crvene svjetlosti - od 0,78 do 2,5 μm . Dulji infracrveni valovi koje emitira Zemlja su u području od 2,5 do oko 50 μm . Izvor: <https://www.open.edu/openlearn/nature-environment/climate-change/content-section-1.2.1>

2.1. Staklenički plinovi

Za razliku od staklenika u kojemu ulogu barijere igra staklo, u atmosferi barijeru dugovalnom infracrvenom zračenju predstavljaju tzv. staklenički plinovi. Atmosfera se sastoji od mješavine plinova od kojih je najviše dušika (volumni postotak 78%) i kisika (21%). Dušik i kisik prozirni su za Sunčevo zračenje te infracrveno zračenje koje dolazi od Zemlje, tj. ne apsorbiraju ih. Međutim, u atmosferi se nalaze i plinovi koji nisu prozirni za Zemljino zračenje pa ih zovemo staklenički plinovi. Drugim riječima, staklenički plinovi apsorbiraju infracrveno zračenje s Zemlje, a zatim ih emitiraju, djelomično u Svemir, a djelomično natrag prema Zemlji. Neki od najvažnijih stakleničkih plinova su vodena para, ugljikov dioksid, metan, halougljikovodici, dušikov(I) oksid te ozon.(6)

Vodena para (H_2O) je najrasprostranjeniji staklenički plin čija koncentracija ovisi o temperaturi zraka. Što je viša temperatura zraka, to zrak u sebi može sadržavati više vodene pare. Kada zrak postane zasićen vlagom stvaraju se oblaci u kojima se mogu stvarati oborine. Zbog toga, ciklus vodene pare u atmosferi je kratak (u prosjeku 10 dana) te se ona ne može neograničeno nakupljati u atmosferi.(6)

Ugljikov dioksid (CO_2) je vrlo važan staklenički plin koji se jako dugo zadržava u atmosferi. Naime, od određene količine ugljikovog dioksida ispuštene u atmosferu 40% će

se u atmosferi zadržati oko 100 godina, 20% će boraviti u atmosferi do 1000 godina, a 10% čak do 10 000 godina (7). Ugljikov dioksid ulazi u atmosferu i izlazi iz nje kroz procese fotosinteze, staničnog disanja, organske raspade te gorenjem organskog materijala. Ugljikov dioksid je dobar apsorber energija valnih duljina 15 μm što odgovara infracrvenom dijelu spektra zračenja. (6)

Metan (CH_4), iako čak 30 puta jači apsorber infracrvenog zračenja od ugljikovog dioksida, ipak ima manji doprinos u učinku staklenika zbog prisutnosti u puno manjoj koncentraciji. Također, metan se u atmosferi zadržava relativno kratko u odnosu na ugljikov dioksid, svega oko 8 godina, a nastaje bakterijskim razlaganjem organske biljne i životinjske tvari na močvarnim i poplavljenim područjima, u postrojenjima za pročišćavanje otpadnih voda, na odlagalištima otpada te u crijevima stoke i termita. Uočeno je povećanje koncentracije metana u područjima gdje se arktički i alpski permafrost odmrzava, a zagrijavanjem otpušta metan. (6)

Halougljikovodici su tvari sastavljene od ugljika, klora, flora i vodika. Jedni od halougljikovodika su *klorofluorouglijci* (*CFCs*) ili *freoni* – umjetni spojevi često korišteni u rashladnim uređajima koji mogu apsorbirati više infracrvenog zračenja od bilo kojeg drugog stakleničkog plina, pa jedna molekula freona ima učinak kao 10 000 molekula ugljikovog dioksida. Freoni reagiraju s ozonom u višim slojevima atmosfere pri čemu nastaju oštećenja u ozonskom omotaču, tzv. ozonske rupe. (6)

Dušikov (I) oksid (NO_2) je plin koji u atmosferu najviše dolazi razlaganjem umjetnih gnojiva (amonijevog nitrata NH_4NO_3), bakterijskim razlaganjem nitrata i amonijaka te iz motora s unutarnjim izgaranjem. (6) U atmosferi se zadržava otprilike 100 godina. (7)

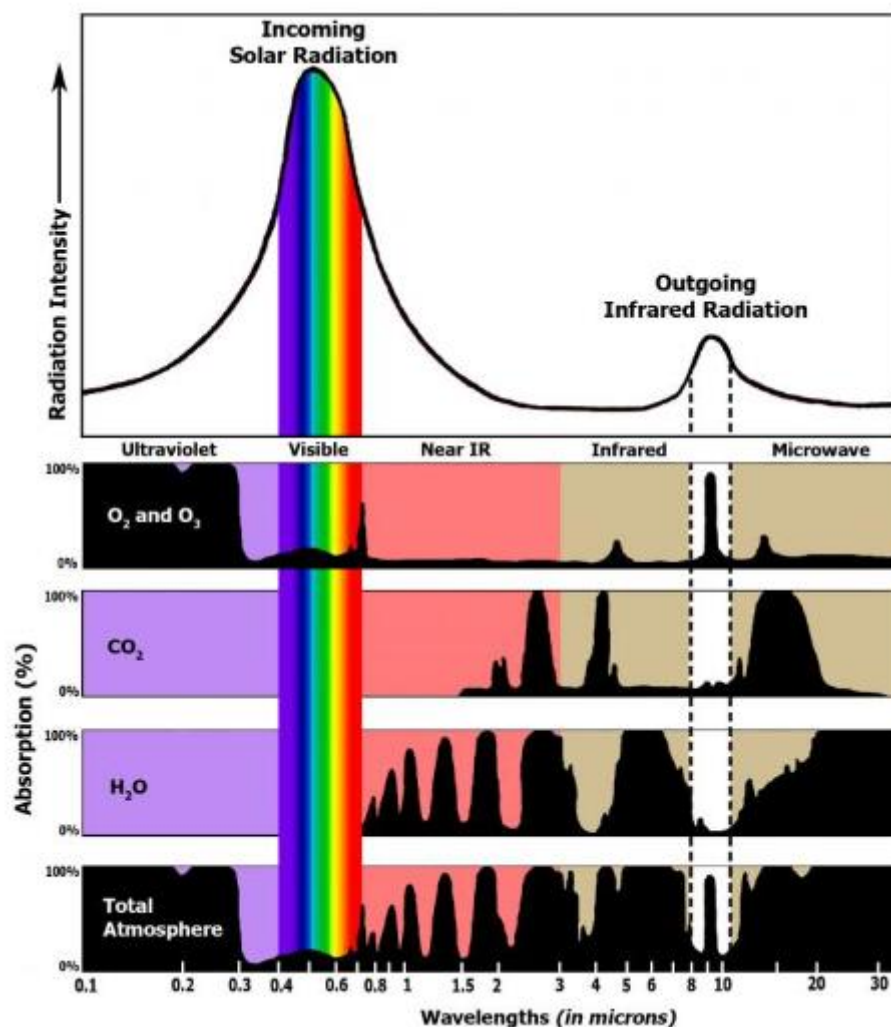
Ozon (O_3) je relativno slab staklenički plin jer se u nižim slojevima atmosfere nalazi u relativno malim koncentracijama, a tamo nastaje kombinacijom ugljikovodika i spojeva dušikovog oksida. (6)

2.2. Apsorpcijski spektar stakleničkih plinova i objašnjenje učinka staklenika

Irski fizičar John Tyndall 1860-ih radi eksperimente u svrhu testiranja svojih objašnjenja Zemljine prilično konstantne temperature, odnosno oscilacija temperature na Zemlji između konstantnih graničnih vrijednosti. U svojim eksperimentima Tyndall mjeri količinu topline, odnosno infracrvenog zračenja koje određeni plinovi mogu apsorbirati i

prenijeti. Ispostavilo se kako su vodena para i ugljikov dioksid poprilično dobri apsorberi i emiteri infracrvenog zračenja. (6)

Relativna važnost stakleničkog plina ovisi o njegovoj zastupljenosti u Zemljinoj atmosferi te o tome koliko može apsorbirati energije određene valne duljine.



Slika 2.2.1 Apsorpcijski spektar stakleničkih plinova, izvor: Climate Science Investigations (CSI) – NASA – CES/FAU (14.1.2016.), Energy: The Driver of Climate, The Greenhouse effect

Slika 2.2.1. prikazuje apsorpcijski spektar stakleničkih plinova. Plin je dobar apsorber ako može apsorbirati širi spektar valnih duljina. Pa tako voda i ugljikov dioksid mogu apsorbirati valne duljine od 4 μm do 80 μm , osim onih između 8 μm i 12 μm . Ozon pak apsorbira valne duljine između 9 μm i 10 μm . (6)

Iz apsorpcijskog spektra se vidi da ozon (koji se nalazi u višim slojevima atmosfere) apsorbira ultraljubičasto zračenje koje dolazi kao dio Sunčevog zračenja. Ozon ga tada emitira djelomično natrag u Svemir pa do Zemlje nesmetano prolazi uglavnom

vidljiva svjetlost. Zemlja apsorbira oko 51% vidljive svjetlosti, a zatim dio apsorbirane energije emitira u obliku infracrvenog zračenja. Staklenički plinovi u Zemljinoj atmosferi, inače dobri apsorberi većih valnih duljina infracrvenog zračenja, apsorbiraju to zračenje što uzrokuje vibracije molekula plinova. Plinovi tada energiju otpuštaju, odnosno emitiraju u svim smjerovima pa zračenje može otići u Svemir, biti apsorbirano nekom drugom molekulom ili se vratiti prema Zemlji. (6)



Slika 2.2.2 Površina Zemlje emitira toplinu u atmosferu (slika lijevo). Dio te topline apsorbiraju staklenički plinovi i zrače ju u svemir (A). Dio topline nije apsorbiran i odlazi u svemir (B). Dio topline apsorbiraju staklenički plinovi i zrače natrag prema površini Zemlje (C). Povećanjem koncentracije stakleničkih plinova (posebice CO₂), više topline će biti vraćeno na Zemlju, što će pridonijeti zagrijavanju Zemlje (slika desno). Izvor: scied.ucar.edu

2.3. Zemljina ravnoteža Sunčevog zračenja

U prosjeku tijekom godine količina energije koja dolazi sa Sunca uravnotežena je s količinom energije emitirane s Zemlje i tu ravnotežu zovemo *Zemljina ravnoteža Sunčevog zračenja* ili *bilanca energije zračenja u sustavu Sunca i Zemlje*. (6)

Sunčevo zračenje sastoji se najviše od kraćih valnih duljina s maksimumom u vidljivom dijelu spektra (slika 2.2.1). Da bi se izbalansirala energija koja dolazi od Sunca, Zemlja mora emitirati u prosjeku istu količinu energije. Budući da je Zemlja hladnije tijelo, zrači energije relativno većih valnih duljina, odnosno u infracrvenom dijelu spektra. Čak i relativno male promjene u količini stakleničkih plinova mogu mijenjati tu ravnotežu, zbog čega se planet hladi ili zagrijava, odnosno to utječe na klimu. (6)

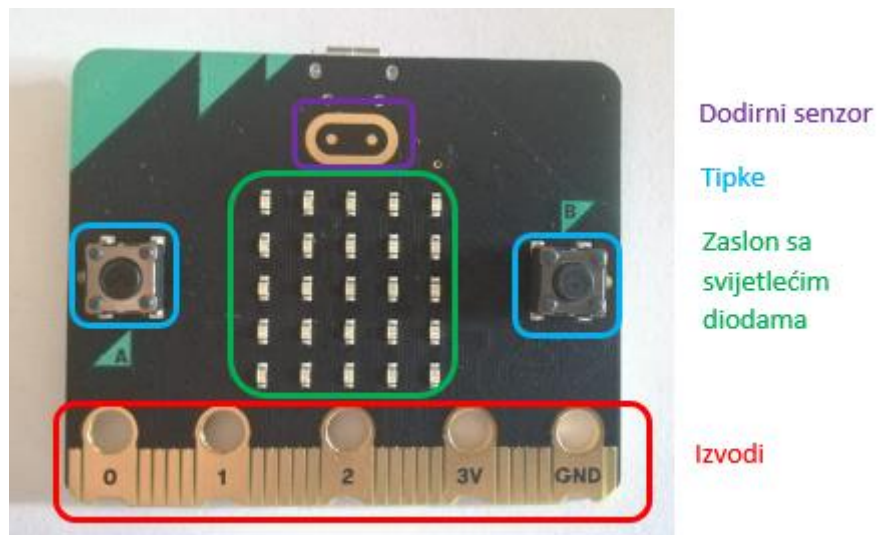
3. Micro:bit

Pokretanjem kampanje STEM revolucije 2017. godine krenulo je uvođenje micro:bita u hrvatske škole. (9) Micro:bit je mikroračunalo jednostavno za programiranje koje omogućuje osmišljavanje i provođenje učenicima zanimljivih i edukativnih projekata u osnovnoj i srednjoj školi. (8) Da bismo napravili određenu radnju s micro:bitom, osim njega samnoga, potrebni su nam još USB kabel te računalo. Na računalu napravimo željeni program (software) te pomoću USB kabela program prenesemo na micro:bit (hardware). (10) Komunikacija između micro:bita i računala, tableta ili pametnog telefona može se ostvariti i putem bluetootha. (12) Micro:bit omogućuje da se upravljajući s internim i vanjskim hardverom učenici upoznaju kako funkcioniraju računala i suvremeni uređaji.

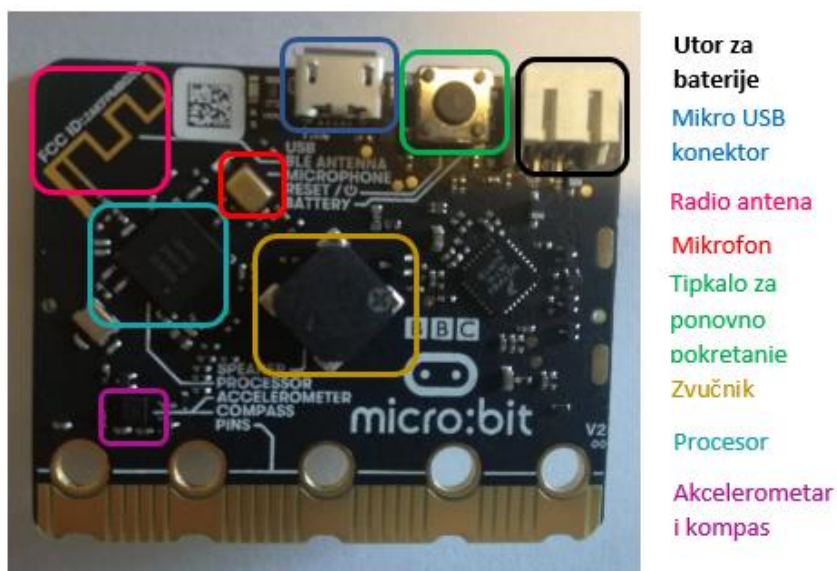
3.1. Dijelovi Micro:bita

Mikrokontroler sastoji se od ulaznih (input) i izlaznih (output) komponenti, procesora i napajanja (2 AAA baterije ili USB ulaz). Ulazne komponente služe za komunikaciju uređaja i okoline, odnosno dobivanje informacije izvana. To su primjerice različiti senzori ili tipke. Procesor te informacije koristi kao ulaz u zadani program, koji izvodi neku radnju te proizvede nešto na izlazu, npr. na zaslonu, zvučniku ili upisujući podatke u memoriju (10)

S prednje strane nalazi se zaslon sa svijetlećim diodama čijim se programiranjem na mogu prikazivati brojke, tekst, sličice ili animacije. Iste diode mogu služiti i kao senzor za detekciju svjetlosti, pa zaslon može, osim kao izlazni, služiti i kao ulazni uređaj. Od ostalih ulaznih uređaja micro:bit ima i senzor za temperaturu, kompas, akcelerometar koji može služiti kao senzor pokreta, mikrofonski odnosno senzor zvuka. S prednje strane micro:bita nalaze se i dvije tipke (A i B) kojima pokrećemo određene dijelove koda ili upravljamo informacijama pohranjenima na uređaju. U verziji 2 na uređaju se nalazi i senzor dodira i zvučnik (10).



Slika 3.1.1 Prednja strana micro:bita



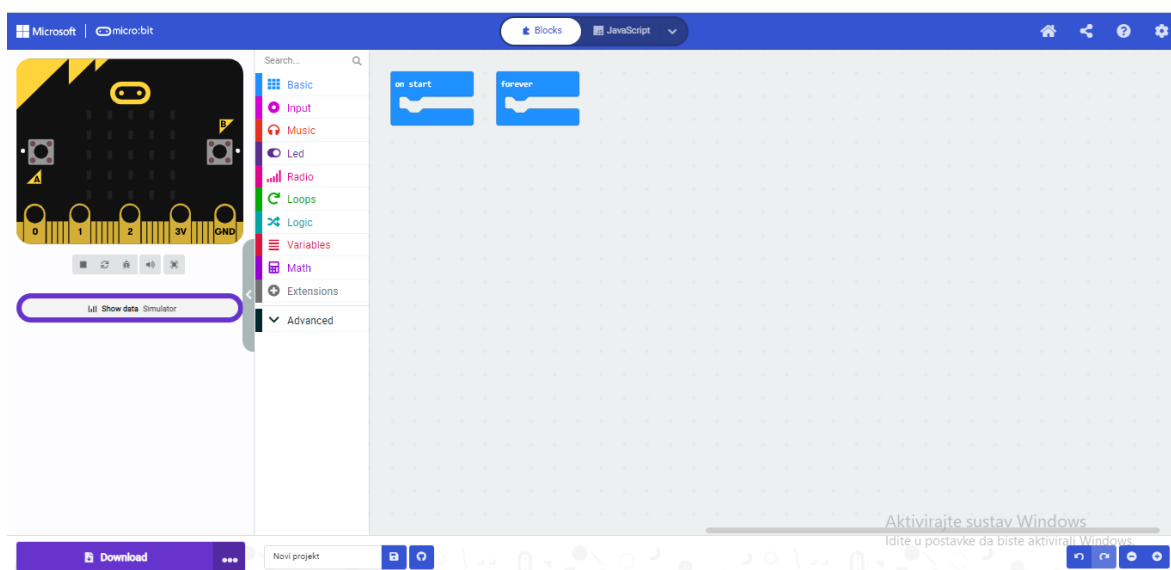
Slika 3.1.2 Stražnja strana micro:bita

Uz rub donjeg dijela micro:bita nalaze se izvodi (pins) koji služe za priključivanje vanjskih elemenata. Na micro:bitu se nalazi ukupno 25 izvoda. Na izvode 0, 1 i 2 zbog njihove veličine lako možemo spojiti vanjske komponente pomoću krokodilke te mogu imati ulogu ulaznih ili izlaznih uređaja. Vanjsku komponentu potrebno je s druge strane spojiti s GND izvodom koji predstavlja uzemljenje kako bismo zatvorili strujni krug. Izvod 3V služi za napajanje spojenih dodataka, stoga se taj izvod i uzemljenje ne smiju direktno spajati. (11) Ostalih 20 izvoda koriste se s dodacima za microbit. (8)

Micro:bit sadrži i komponentu za bežičnu komunikaciju, odnosno ima ugrađenu antenu. Bežična komunikacija putem radiovalova je tip prijenosa informacija na daljinu pomoću koje dva ili više micro:bitova mogu međusobno komunicirati. (11)

3.2. Upotreba MakeCode uređivača koda za micro:bit

Micro:bit je uređaj koji može izvršavati mnoštvo različitih zadataka koristeći svoje interne dijelove ili vanjske dodatke. Da bi ga upotrijebili za određenu svrhu, potrebno mu je dati upute u obliku programskog koda. Online dostupni uređivači koda mogu biti blokovski ili tekstualni. Microsoftov MakeCode uređivač koji možemo pronaći na web stranici <https://makecode.microbit.org/> nudi prijelaz između blokovskog i tekstualnog koda (JavaScript ili Python kod) zbog čega je vrlo zgodan za početnike u programiranju. (13)



Slika 3.2.1 MakeCode uređivač koda / snimka zaslona

Pokrenemo li na navedenoj web stranici novi projekt, otvara nam se blokovski uređivač. S lijeve strane uočavamo simulator micro:bit uređaja na kojemu možemo isprobavati kodove. Ukoliko smo u kodovima koristili pakete naredbi koji se odnose na dodatne vanjske elemente, oni nisu podržani u simulatoru, pa program treba testirati sa samim elementima. Kategorije naredbi su Basic, Input, Music, Led, Radio, Loops, Logic, Variables, Math. Klikom na željenu kategoriju otvaraju se liste blokova naredbi i naredbi

pripadajuće kategorije. Programiranje započinjemo lijevim klikom miša na željeni blok naredbe te povlačenjem bloka u prostor desno od kategorija naredbi namijenjen za slaganje koda. Želimo li dodatni paket naredbi, odabiremo Exstensions, a zatim pomoću tražilice pretražimo upisujući ime ili URL paketa. Kada pronađemo željeni paket, lijevim klikom ga preuzimamo i on se nadodaje u naše kategorije naredbi.

Na gornjoj plavoj traci možemo birati želimo li blokovski (Blocks) ili tekstualni prikaz koda (slika 3.2.1). Za tekstualni prikaz možemo birati želimo li u JavaScript ili Python programskom jeziku. U desnom donjem kutu nalaze se strelice za korak unatrag ili naprijed te + i – za povećanje ili smanjenje prikaza. Nakon što smo završili s kodiranjem programa na računalo ga preuzimamo naredbom Download. Projekt se sprema na naše računalo u obliku .hex datoteke. Zatim treba spojiti micro:bit na računalo pomoću USB kabla te kopirati preuzetu .hex datoteku na micro:bit.

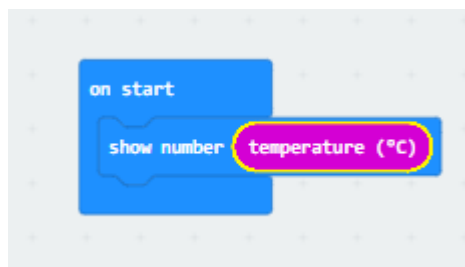
3.3. Zašto koristiti micro:bit za mjerenje temperature?

Micro:bit je uređaj koji može prikupljati podatke pa ih ne moramo samostalno očitavati i bilježiti. To otvara mogućnost primjene u različitim pokusima koji su dugotrajniji i u kojima je potrebno bilježenje većeg broja mjerenja. Osim toga pogodan je za mjerenje temperature u nekom zatvorenom sustavu kojemu ne možemo lako izvana mjeriti temperaturu. Micro:bit zahvaljujući mogućnosti bežične komunikacije, ovisno o jačini signala, može ostvarivati kontakt putem radiovalova s jednim ili više drugih micro:bit uređaja na udaljenosti do 70 m. (15) Tako nam micro:bit kao mjerni instrument može omogućiti slanje izmjerenih podataka s jednog uređaja (koji se, recimo, nalazi u zatvorenom sustavu kojemu ne možemo izvana provjeravati temperaturu) na drugi uređaj koji se nalazi kod nas. Na taj način možemo provjeravati stanje kod prvog micro:bit uređaja u bilo kojem trenutku.

Da bi micro:bit postao mjerni instrument, najprije ga je potrebno isprogramirati. To za učenike može biti vrlo edukativno jer će im dati uvid u to kako funkcioniraju moderni mjerni instrumenti. Pri programiranju micro:bita kao mjernog instrumenta učenici će promišljati o tome što točno žele da njihov uređaj mjeri, koje fizikalne varijable, kako bilježiti izmjerene podatke i prenijeti ih na druge uređaje. Razmatrajući navedeno učenici će se upoznati sa suvremenim problemima prikupljanja i prijenosa podataka.

4. Instrument za mjerenje temperature i relativne vlažnosti zraka

Kao što je već navedeno, micro:bit ima senzor za mjerenje temperature. Međutim taj senzor je integriran na samoj pločici te stoga ne mjeri temperaturu okoline, već samog uređaja, pa time nije pogodan za implementaciju u fizikalne pokuse. Internu temperaturu uređaja možemo na zaslonu uređaja prikazati kodom na slici 4.1.



Slika 4.1 Kod za prikaz izmjerene temperature / snimka zaslona

Temperatura koju micro:bit prikazuje izražena je u Celzijevim stupnjevima i u cjelobrojnem je zapisu. Da bismo izmjerili temperaturu okoliša i neke druge varijable, potrebni su nam vanjski senzori. Kompaktno rješenje koje omogućuje jednostavno priključivanje više vanjskih senzora je Enviro:bit. Ova pločica sadrži senzore Air&Weather (zrak i vrijeme), Colour&Light (boja i svjetlost) te Sound (zvuk). Temperaturu i relativnu vlažnost zraka može mjeriti do na dvije decimale. (14) Točnost senzora za temperaturu i relativnu vlažnost je ± 1 °C te $\pm 3\%$, što je sasvim dovoljno za edukativne pokuse.(19)



Slika 4.2 Enviro:bit pločica. Pozicije pojedinih senzora naznačene su na pločici.

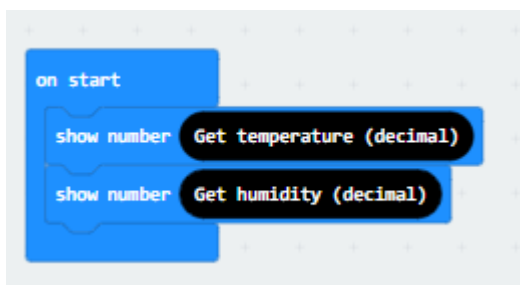


Slika 4.3 Micro:bit spojen s enviro:bit pločicom

Želimo li mjeriti temperaturu i relativnu vlažnost zraka pomoću enviro:bit pločice, za početak je potrebno utaknuti pločicu na micro:bit. U MakeCode uređivaču koda potražimo paket za enviro:bit upisujući "enviro:bit" ili u tražilicu unesemo URL <https://github.com/pimoroni/pxt-envirobit> kako bismo dobili dodatne opcije i naredbe vezane za tu pločicu.

Ukoliko želimo da micro:bit prikazuje temperaturu na dvije decimale, u kategoriji *Enviro:bit* otvorit ćemo opciju *Expert* te izabrati *get temperature(decimal)*. Kao što je već navedeno u 3.2., budući da koristimo paket koji se odnosi na dodatni element za micro:bit, simulator neće prikazivati temperaturu već vrijednost 0 što nas ne treba zabrinjavati. Dakle, na mjesto broja u naredbi *show number* povlačenjem miša dodat ćemo navedenu naredbu.

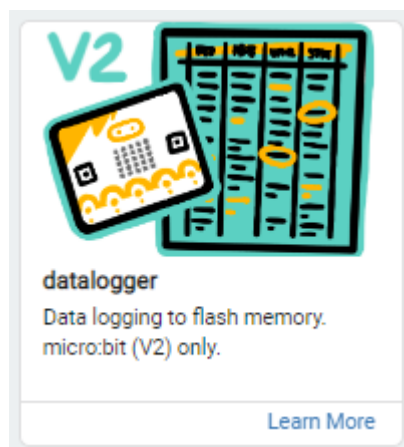
Ako želimo nakon temperature na micro:bitu očitati relativnu vlažnost zraka, također u decimalnom zapisu, potrebno je nadodati još jednu naredbu *show number* te ćemo ponovo u opciji *Expert* potražiti *get humidity(decimal)* i ubaciti na mjesto broja.



Slika 4.4 Kod za prikaz izmjerene temperature i razine vlažnosti zraka pomoću enviro:bit pločice / snimka zaslona

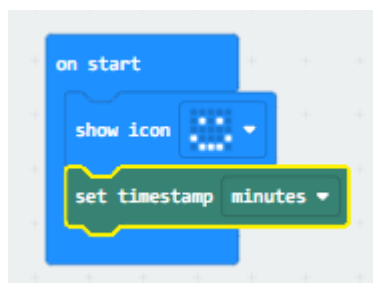
4.1. Izrada koda za meteorološku postaju

Prethodno smo pokazali kako izmjeriti temperaturu i relativnu vlažnost zraka na micro:bit uređaju pomoću enviro:bit dodatka. Sada želimo malo unaprijediti kod kako bi se podaci s našeg mjernog uređaja tablično spremali što bi nam kasnije moglo omogućiti analizu podataka. Za sistematizirano spremanje podataka koristit ćemo ekstenziju *Data Logger*, pa je za početak potrebno u tražilicu upisati "datalogger" i nadodati taj paket naredbi.



Slika 4.1.1 Data Logger ekstenzija / snimka zaslona

Za potrebe daljnjih analiza, izmjerene podatke ćemo kronološki spremati u tablicu, pa treba bilježiti vrijeme od početka eksperimenta. Zato ćemo odmah pri pokretanju micro:bita postaviti vremensku oznaku u tablici pomoću naredbe *set timestamp* iz Data Logger paketa. Na taj način prvi stupac tablice će se biti vrijeme proteklo od pokretanja programa.



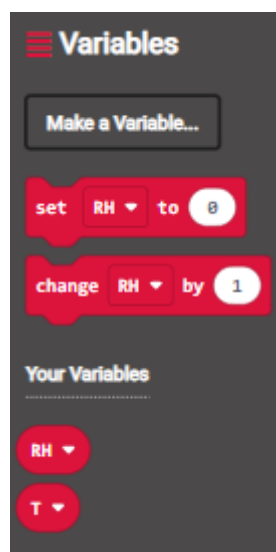
Slika 4.1.2 Postavljanje vremenske oznake u tablicu mjerenja.

Sljedeći cilj nam je nadodati preostale stupce u tablicu. To su temperatura i relativna vlažnost zraka u decimalnom zapisu. U Data Logger paketu uočimo naredbu koja stupcu (eng.column) pridodaje ime (upisuje se unutar navodnika) te vrijednosti (eng.value) koje su u njega upisuju (umjesto 0).



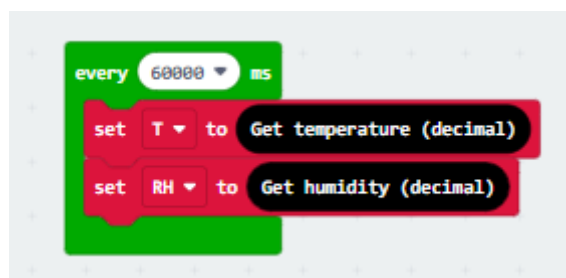
Slika 4.1.3 Naredba iz Data Logger ekstenzije kojom se imenuje stupac i upisuje podatak.

Za potrebe mjerenja definiramo dvije varijable. U kategoriji Variables odaberemo *Make a Variable...* te nazovemo *T* za temperaturu i *RH* za relativnu vlažnost zraka. Sada su se u kategoriji Variables pojavile dvije nove naredbe prikazane na slici 4.1.4.



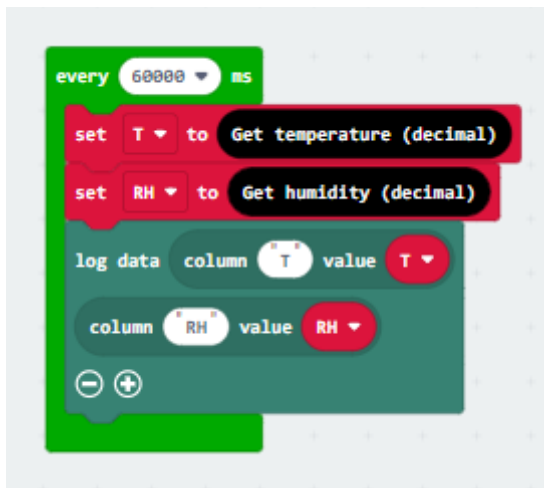
Slika 4.1.4 Varijable *T* i *RH*.

Podatke o temperaturi i relativnoj vlažnosti zraka zapisivat ćemo u tablicu u određenom vremenskom intervalu, primjerice svaku minutu. To ćemo izvesti pomoću petlje: u kategoriji Loops pronađemo naredbu *Every* i namjestimo vrijeme na jednu minutu - 60 000 ms (slika 4.1.5).



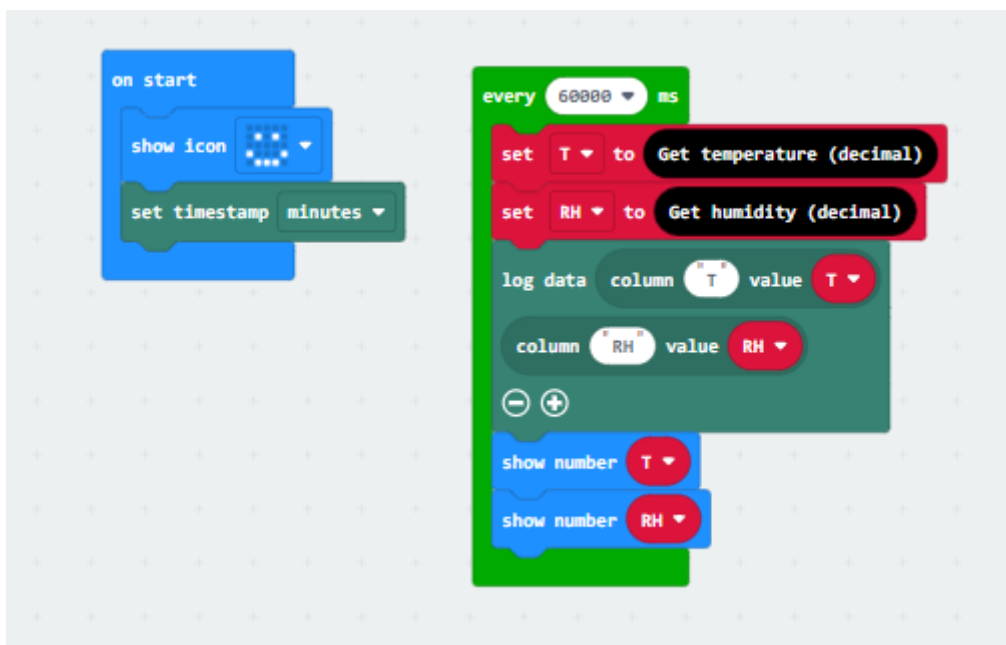
Slika 4.1.5 Upisivanje izmjerenih vrijednosti u tablicu.

Upisivanje podataka u tablicu prikazano je na slici 4.1.6. Prvi stupac nazvan je T, a drugi RH (dodatni stupac unosi se klikom na zaokruženi znak plus). Na mjesto za vrijednost iz Variables mišem dovucimo varijable T i RH.



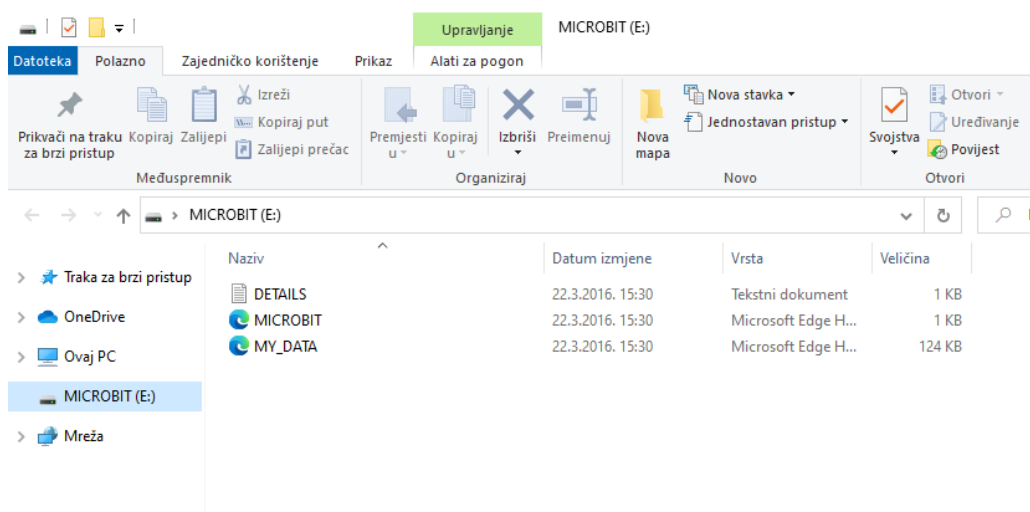
Slika 4.1.6 Dio koda / snimka zaslona

Ako želimo da micro:bit ispisuje jednu ili obje vrijednosti na zaslonu, u petlju dodamo naredbu *show number*, a na mjesto broja ponovo mišem dovucimo željenu varijablu.



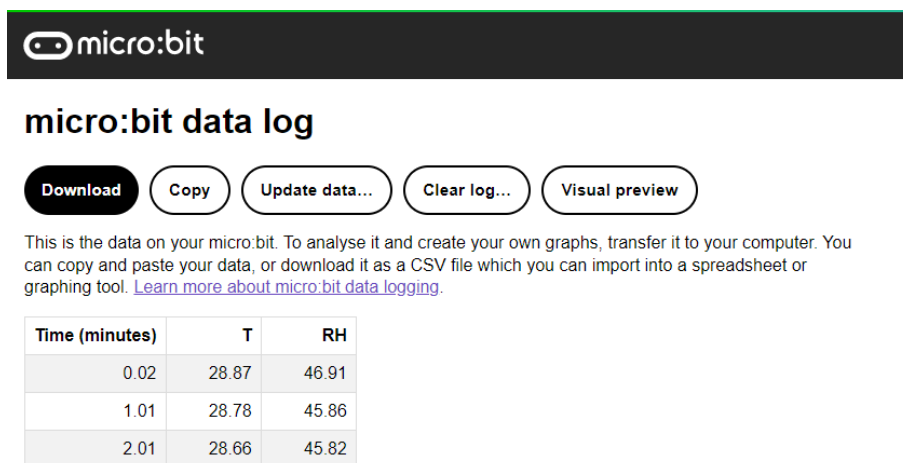
Slika 4.1.7 Kod za program koji mjeri temperaturu i relativnu vlažnost zraka, sprema izmjerene podatke u tablicu te ispisuje izmjerene vrijednosti na zaslon micro:bita.

Ovakav kod možemo preuzeti na micro:bit te isprobati. Kada priključimo micro:bit na računalo pojavi nam se dodatna opcija "MY_DATA". Klikom na nju otvori se prozor prikazan na slici 4.1.8.



Slika 4.1.8 Pristup podacima spremljenim u tablicu na micro:bitu.

Klikom na MY_DATA otvara se prozor s tablicom mjerenja. Tablica nam prikazuje mjerenja do trenutka otvaranja podataka. Ako je u tijeku mjerenje, tablicu možemo ažurirati ponovnim spajanjem na računalo.



Slika 4.1.9 Prozor koji se otvara klikom na MY_DATA.

U tablici ostaju prethodni podaci mjerenja. Ako želimo započeti novo mjerenje, zgodno je u kod nadodati naredbu iz Data Logger paketa *delete log*, da se pritiskom na

neki gumb, primjerice gumb A, izbrišu stari podaci. Kao znak da su podaci u procesu brisanja možemo nadodati prikaz neke ikone.



Slika 4.1.10 Dio koda za brisanje zapisnika podataka s micro:bita te prikaz ikone uz tu radnju.

4.2. Povezivanje micro:bitova radio vezom

Micro:bit uređaji mogu međusobno komunicirati na daljinu radio vezom. To znači da jedan micro:bit može mjeriti i bilježiti podatke na jednom mjestu te slati te iste podatke drugom micro:bitu spojenom na računalo. Da bismo to postigli, koristit ćemo paket naredbi Radio. Ako imamo tri micro:bit uređaja, s dva možemo izvoditi mjerenja (prikupljati podatke) i slati ih trećem spojenom na računalo. Jedan micro:bit mjeri primjerice temperaturu u unutrašnjosti staklenika, a drugi vanjsku temperaturu. To znači da imamo dva odašiljača te jedan prijemnik.

Meteorološke postaje (odašiljači)

Na samom početku treba definirati grupu (frekvenciju) za komunikaciju na način da u naredbu *radio set group ()* unesemo broj koji definira grupu. Isti taj moramo koristiti za sve micro:bitove koji će međusobno komunicirati.



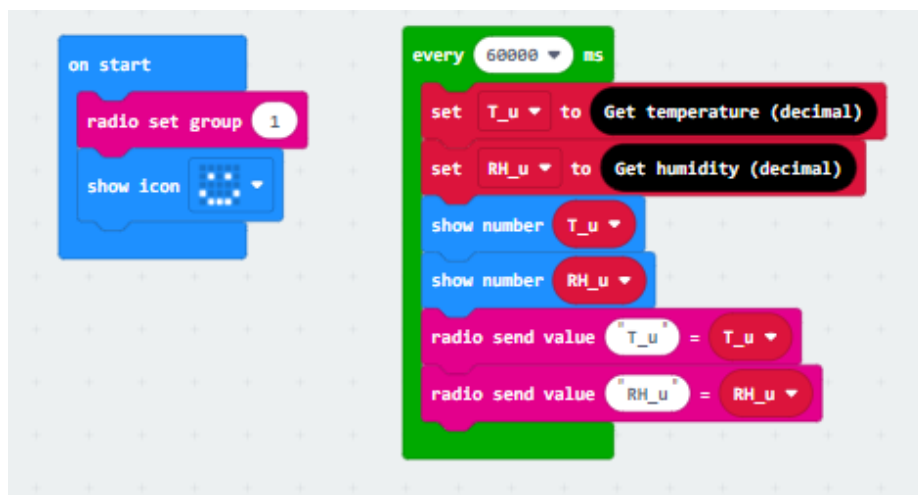
Slika 4.2.1 Postavljanje grupe za radio komunikaciju.

Želimo da micro:bit nakon što izvede mjerenje, pošalje podatke radio vezom. Kako bi prijemu bilo jasno što znače poslani brojevi, najbolje je izabrati naredbu koja vrijednosti pridodaje ime varijable.

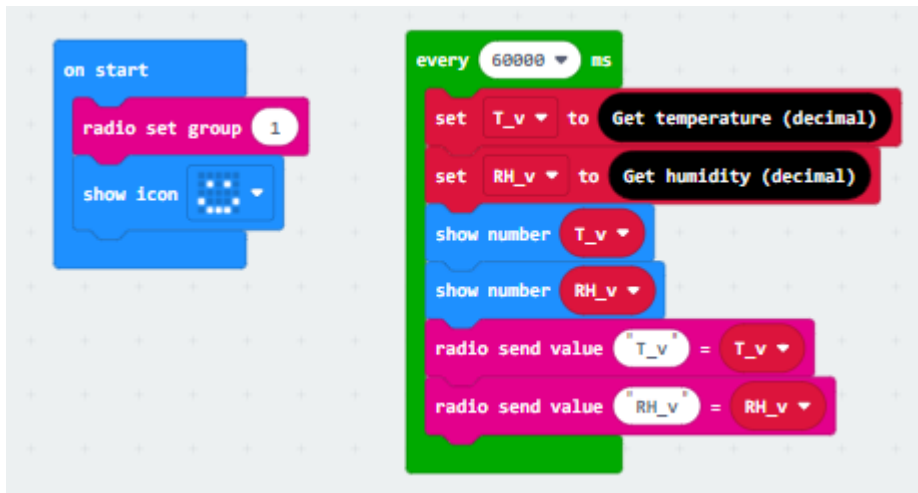


Slika 4.2.2 Naredba iz Radio ekstenzije.

Sada tu naredbu ubacimo u kod koji u konačnici izgleda kao na slikama 4.2.3 i 4.2.4.



Slika 4.2.3 Kod za odašiljač (unutarnji uvjeti).

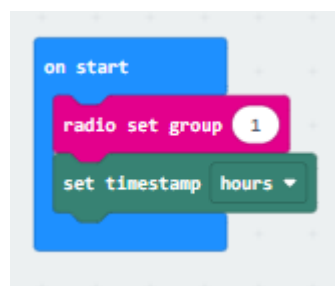


Slika 4.2.4 Kod za odašiljač (vanjski uvjeti) .

Ukoliko želimo i pojedinačne podatke sa svakog mjernog uređaja, odnosno sa svake meteorološke postaje kada ih zasebno uključimo na računalo nakon završetka mjerenja, ostavljamo naredbe iz paketa Data Logger kao na slici 4.1.7.

Prijemnik

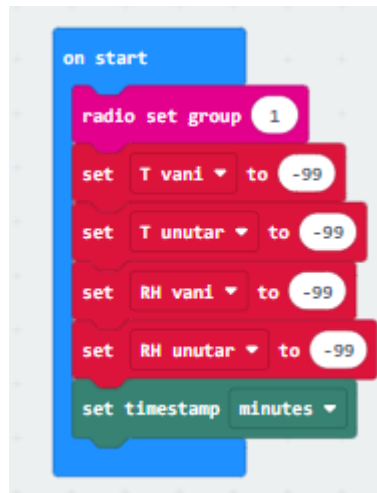
Micro:bit spojen na računalo mora pripadati istoj grupi kao odašiljači kako bi mogao primiti njihove poruke. Najprije postavimo grupu, a zatim i prvi stupac tablice u kojoj ćemo bilježiti podatke, odnosno vremensku oznaku na proizvoljnu vrijednost.



Slika 4.2.5 Postavke prijemnika.

Sljedeće što želimo je da podaci koji pristižu budu spremljeni. U tu svrhu priredimo varijable u koje će se pristigli podaci spremati. Nazovimo varijable *T vani*, *T unutar*, *RH vani*, *RH unutar*. Kako još nismo definirali što će se spremati u koju varijablu, trebamo ih

sve postaviti na neku početnu vrijednost. Postavimo ih primjerice na vrijednost -99 ili bilo koji drugi broj za koji znamo da ne može biti izmjerena vrijednost (izbjegavamo nulu jer to može biti izmjerena vrijednost naših varijabli).



Slika 4.2.6 Početne postavke varijabli.

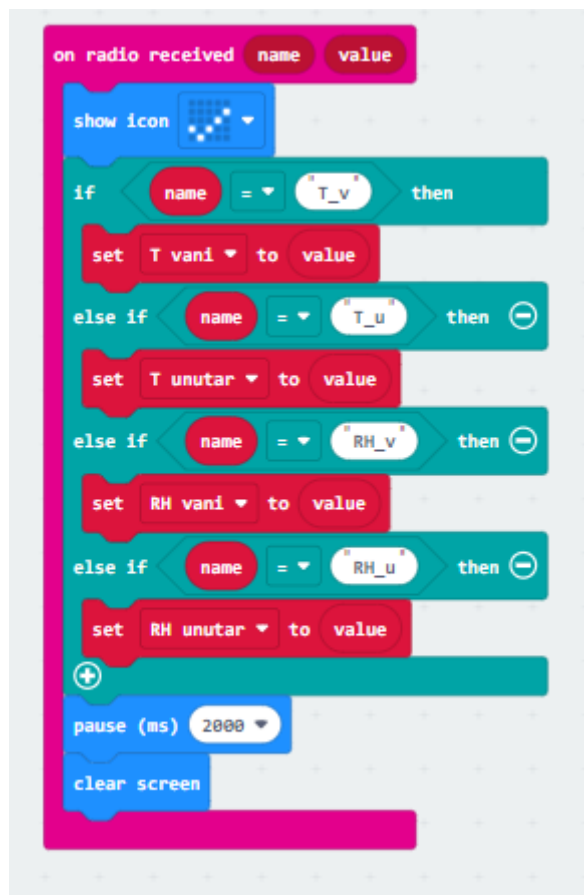
Nadalje, moramo se pobrinuti za pristigle signale. U tu svrhu koristimo blok *on radio recieved (name, value)* jer su poslani signali upravo u tom obliku. Bilo bi zgodno da nas micro:bit obavijesti o primitku signala, npr. slikom na zaslonu.



Slika 4.2.7 Primanje podataka.

Pristigle podatke moramo pridružiti odgovarajućim varijablama. Npr., ako je stigao podatak s imenom T_u , vrijednost se upisuje u varijablu T unutar i tako analogno za ostale. Za postavljanje navedenih uvjeta koristit ćemo se *if* naredbom.

Po završetku uvjeta stavljamo pauzu od dvije sekunde nakon čega se ikona obriše s ekrana sve do sljedećeg signala. Kompletan blok naredbi prikazan je na slici 4.2.8.



Slika 4.2.8 Bilježenje pristiglih podataka u odgovarajuće varijable.

Želimo da nam se svaki određeni vremenski period zapisuju podaci u tablicu pa ponovo koristimo petlju *Every* s proizvoljnim vremenskim razdobljem unutar koje stavljamo naredbu iz Data Logger paketa koja će u stupac određenog imena stavljati odgovarajuću vrijednost. Neka se stupci zovu jednako kao varijable.



Slika 4.2.9 Zapisivanje podataka u tablicu.

Prilikom uključivanja micro:bita u računalo na nekoliko trenutaka on ne prima nikakav signal zbog čega jedan ili više redova (ovisno o namještenom vremenu) ispuni početnim vrijednostima -99. Kako bismo takve redove s "pogreškama" izbacili iz tablice podataka, napravimo uvjet da se tablica ispunjava samo ukoliko nijedna vrijednost nije jednaka -99. Budući da se učitavanje podataka na micro:bit koji je uključen na računalo ne odvija trenutno, već traje nekoliko sekundi, program ima pauzu 15 sekundi prije nego krene upisivati podatke. Konačni kod prikazan je na slici 4.2.11.



Slika 4.2.10 Bilježenje podataka u tablicu.



Slika 4.2.11 Kompletan kod prijmnika.

5. Pokusi

5.1. Istraživanje temperature (i relativne vlažnosti zraka) u stakleniku i okolini

Ovaj pokus može se izvoditi u školi. Primijenjen je za osnovnu i srednju školu, ali obrada podataka prikupljenih u pokusu u osnovnoj školi, naročito u sedmom razredu, trebala bi biti manje zahtjevnja. U sedmom razredu pokus može poslužiti kao opservacijski za opažanje učinka staklenika i provesti se bez mjerenja relativne vlažnosti zraka dok u osmom razredu i kasnije učenici mjerenja izvan staklenika mogu interpretirati kao mjerenja u atmosferi s normalnom razinom stakleničkih plinova, a mjerenja unutar staklenika kao mjerenja u atmosferi s višom razinom stakleničkih plinova, kao i razmatrati povezanost temperature i relativne vlažnosti zraka te klimatske posljedice.

Zbog vremenske ograničenosti sata, ali i ograničenog broja micro:bitova po učeniku u školama, najbolje da se nastavnik pobrine za kodiranje uređaja, ali s učenicima raspravlja princip rada i konceptualno bitne dijelove koda ovisno o trenutnom učeničkom poznavanju micro:bita i znanju o kodiranju. Učenici mogu za zadaću samostalno iskodirati termometar. Također, bilo bi dobro da na satu već postoje neka mjerenja (npr. od prethodnog dana ili od prije nekoliko sati) radi bolje analize podataka, ali da se mjerenje odvija i uživo kako bi učenici imali priliku vidjeti trenutne podatke. U nedostatku enviro:bit pločica u pokusu se može razmatrati samo temperatura.

Pribor: Plastenik, 3 micro:bit uređaja s baterijama, 2 enviro:bit pločice, 2 kutijice s jednom otvorenom stranom, USB kabel, računalo.

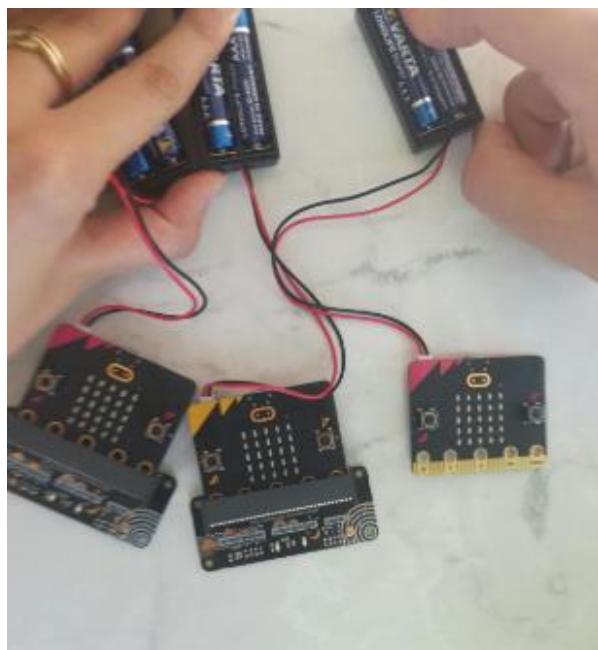
Opis pokusa: Priredite kod za bežičnu komunikaciju 3 micro:bit uređaja tako da dva micro:bita s enviro:bit pločicama šalju podatke trećem micro:bitu spojenom na računalo. Budući da se mjerenja provode barem nekoliko sati, postavite unošenje podataka u tablicu na optimalnu vremensku vrijednost (primjerice svakih 10 ili 15 minuta). Odašiljači i dalje mogu očitavati vrijednosti u kraćim vremenskim intervalima. Staklenik (zapravo plastenik kao jeftinije rješenje) stavite u vanjski prostor (primjerice školsko dvorište) tako da je izložen sunčevom zračenju. Plastenik je prije početka mjerenja otvoren, pa su u početku u njemu uvjeti slični kao i vani. Micro:bitove s utaknutim enviro:bit pločicama i baterijama stavite u kutijice koje zaklanjaju mjerne uređaje od direktnog Sunčevog zračenja, ali otvorene s jedne strane tako da uređaji i dalje mogu mjeriti uvjete izvan kutijica. Jednu

kutijicu s mjernim uređajem stavite u plastenik, a drugu izvan plastenika. Treći micro:bit priključen na računalo može biti udaljen više desetaka metara (primjerice u učionici). Mjerne uređaje pokrenite istovremeno te zatvorite plastenik. Mjerenje provodite nekoliko sati ili cijeli dan. Podatke možete pratiti tablično i grafički klikom na MY_DATA kao što je opisano u 4.1. (za grafički prikaz kliknuti *Visual preview*).

Eksperimentalni postav:



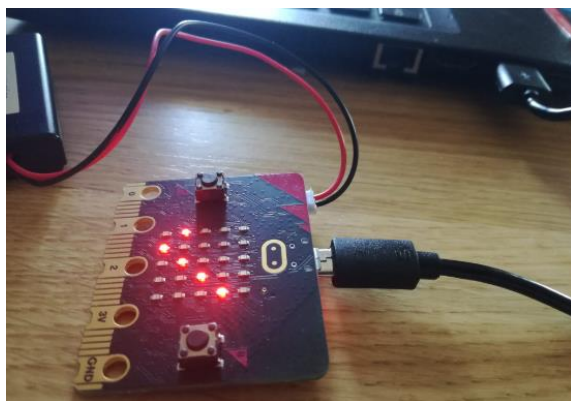
Slika 5.1.1 Prije početka mjerenja plastenik je otvoren.



Slika 5.1.2 Micro:bitove pokrećemo istovremeno.



Slika 5.1.3 Eksperimentalni postav u kome se mjeri temperatura i relativna vlažnost zraka unutar i izvan plastenika.

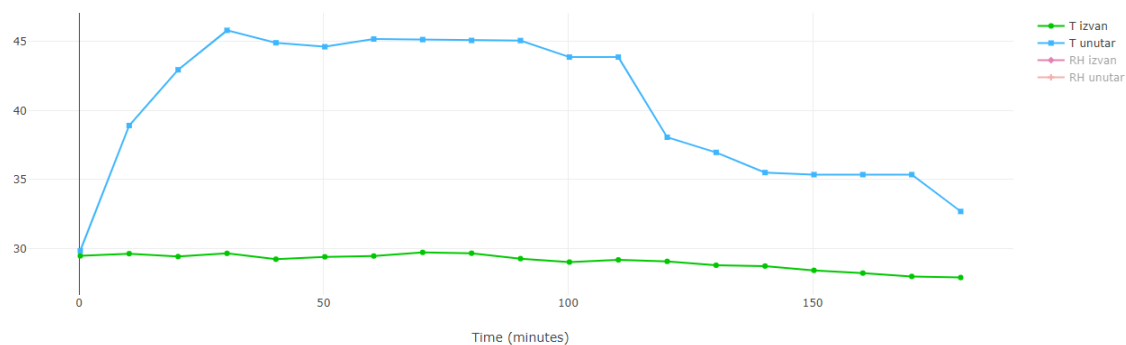


Slika 5.1.4 Treći micro:bit spojen je na računalo i prima podatke.

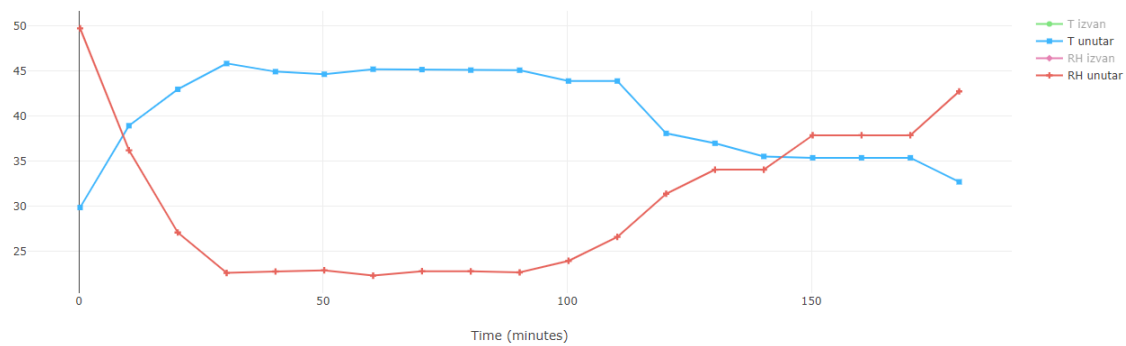
Primjer mjerenja: *Mjerenje tijekom sunčanog dana*

Time (minutes)	T izvan	T unutar	RH izvan	RH unutar
0.27	29.47	29.84	52.22	49.72
10.27	29.63	38.92	51.76	36.19
20.27	29.42	42.96	52.26	27.07
30.27	29.65	45.82	52.3	22.58
40.27	29.23	44.92	53.06	22.74
50.27	29.4	44.63	53.52	22.87
60.27	29.46	45.19	53.68	22.28
70.27	29.72	45.15	53	22.77
80.27	29.66	45.09	53.25	22.76
90.27	29.27	45.08	54.38	22.64
100.27	29.02	43.88	55	23.92
110.27	29.18	43.88	55.03	26.58
120.27	29.07	38.07	55.85	31.37
130.27	28.79	36.97	56.14	34.04
140.27	28.73	35.51	57.08	34.04
150.27	28.42	35.36	57.54	37.86
160.27	28.22	35.36	58.02	37.86
170.27	27.98	35.36	58.54	37.86
180.27	27.9	32.69	58.72	42.73

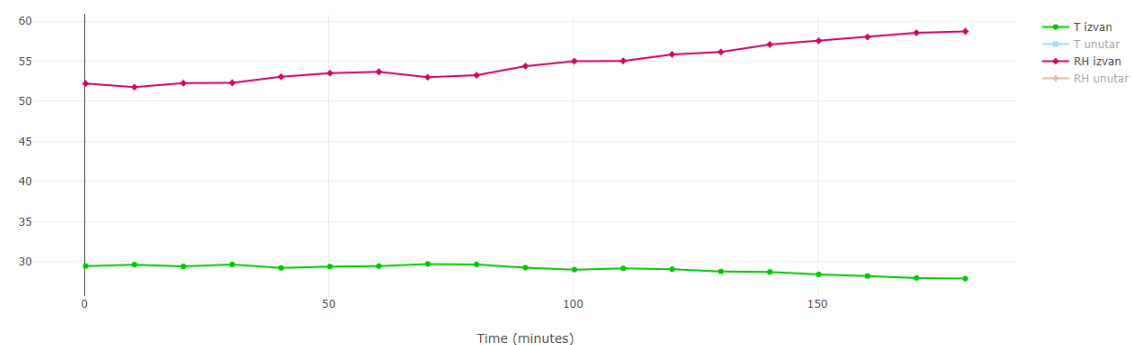
Slika 5.1.5 Tablični prikaz podataka. Temperatura je izmjerena u Celzijevim stupnjevima, a relativna vlažnost zraka u postotcima.



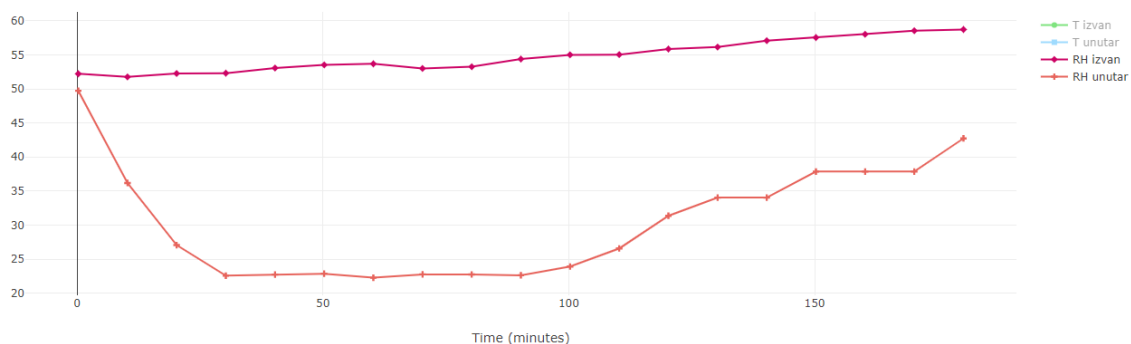
Slika 5.1.6 Grafički prikaz odnosa vanjske i unutarnje temperature (°C).



Slika 5.1.7 Grafički prikaz odnosa unutarnje temperature i relativne vlažnosti zraka unutar plastenika. Relativna vlažnost zraka je u postotcima.



Slika 5.1.8 Grafički prikaz odnosa vanjske temperature i relativne vlažnosti zraka.



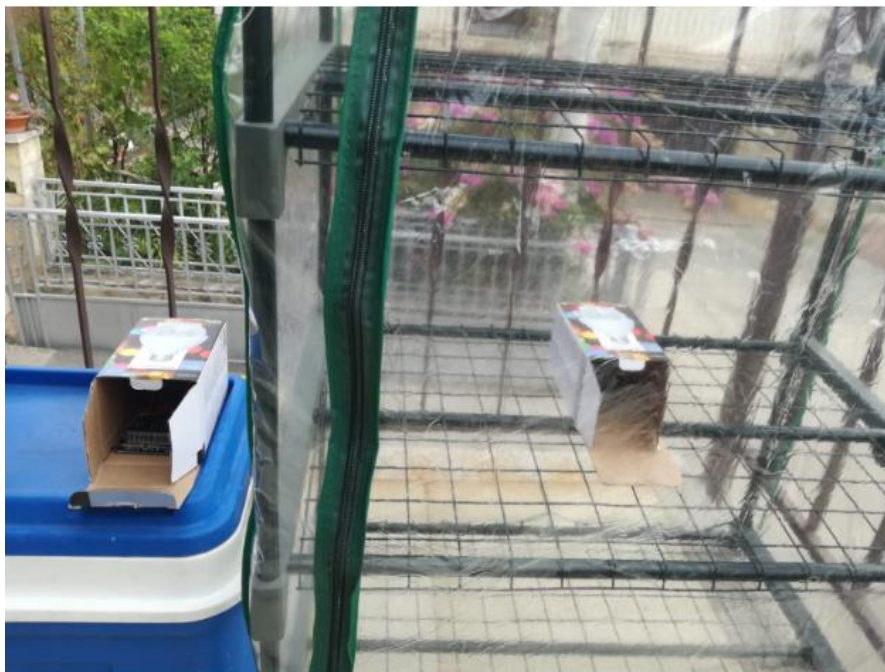
Slika 5.1.9 Grafički prikaz odnosa relativne vlažnosti zraka unutar i izvan plastenika.

Opazanja: Tijekom cijelog mjerenja vanjska temperatura se mijenja relativno malo (ukupno za 1,5 °C). Temperatura unutar plastenika u početku mjerenja, nakon njegovog zatvaranja, naglo raste, a zatim se na neko vrijeme relativno ustabili. Nakon što je na mjestu mjerenja nastupio potpuni hlad (plastenik nije bio više izložen direktnom sunčevom zračenju) temperatura unutar počinje opadati. Relativna vlažnost zraka unutar i izvan plastenika ovisi o temperaturi i to tako da što je temperatura veća to je relativna vlažnost zraka manja.

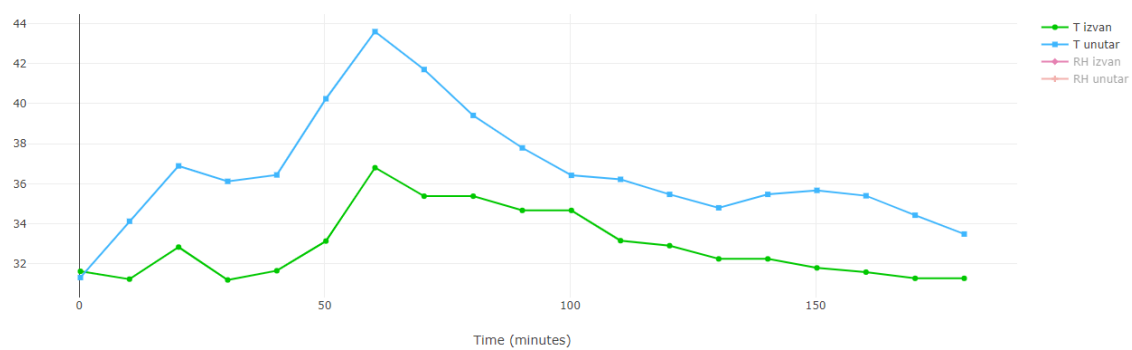
Objašnjenje: Učinak staklenika prirodni je proces u atmosferi koji omogućuje život na Zemlji. Međutim, povećana razina stakleničkih plinova u atmosferi pojačava učinak staklenika i tako negativno utječe na klimu. Plastenik nam predstavlja atmosferu s povećanom razinom stakleničkih plinova, a vanjski prostor atmosferu s normalnom razinom stakleničkih plinova. Plastenik poput stakleničkih plinova dobro zadržava toplinu pa temperatura i kada je Sunčeva svjetlost značajno smanjena (npr. zimi) ostaje viša nego što bi bila da nema plastenika, odnosno stakleničkih plinova. Relativna vlažnost zraka smanjuje se s porastom temperature jer topliji zrak može primiti više vlage pa omjer trenutne količine vodene pare u zraku i vodene pare koju zrak na određenoj temperaturi može apsorbirati se s porastom temperature smanjuje. To znači da zrak s porastom temperature postaje suši što objašnjava zašto ljeti imamo manje oborina nego zimi te zašto su suše sve češća prirodna nepogoda.

Mjerenje tijekom oblačnog dana

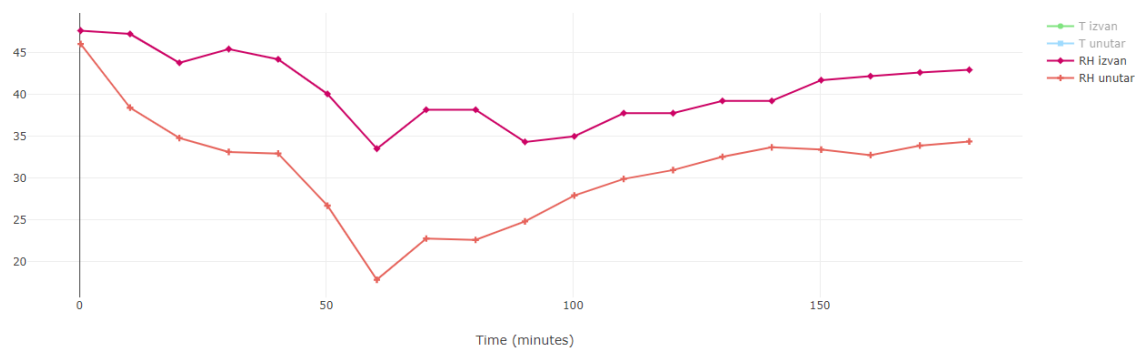
Primjer mjerenja:



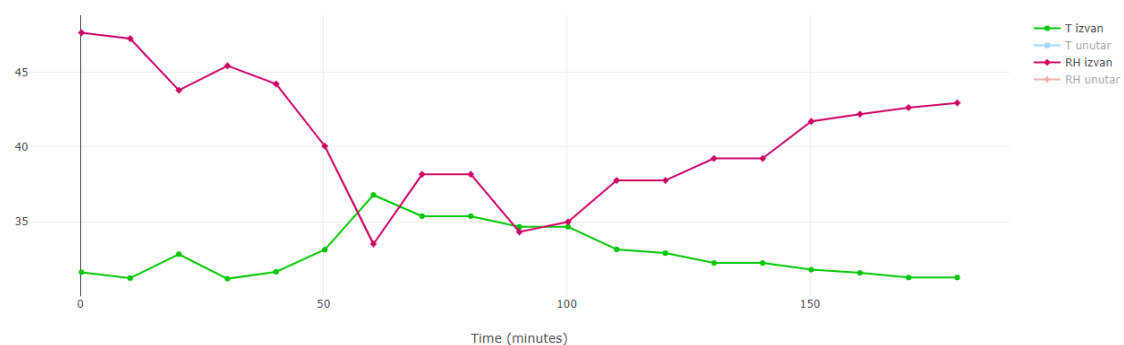
Slika 5.1.10 Eksperimentalni postav.



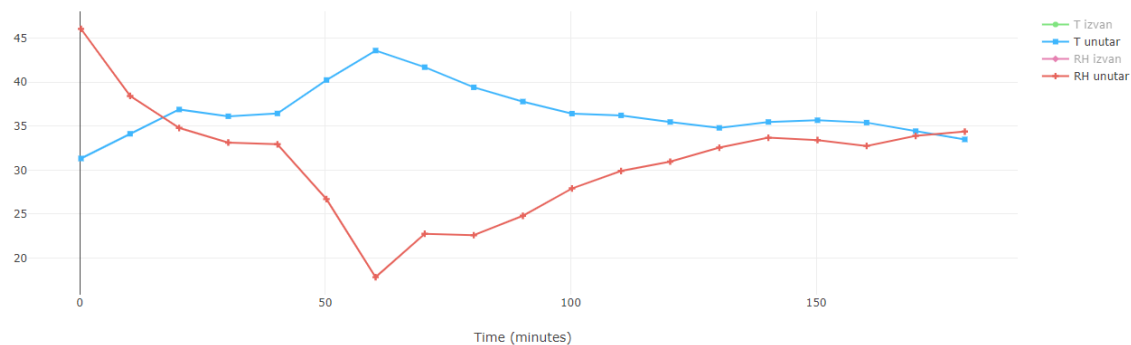
Slika 5.1.11 Grafički prikaz temperatura unutar i izvan plastenika u vremenu.



Slika 5.1.12 Grafički prikaz relativne vlažnosti zraka unutar i izvan plastenika.



Slika 5.1.13 Grafički prikaz temperature i relativne vlažnosti zraka izvan plastenika.



Slika 5.1.14 Grafički prikaz odnosa temperature i relativne vlažnosti zraka unutar plastenika.

Opažanja: Temperatura unutar plastenika veća je nego temperatura izvan plastenika. Temperatura unutar staklenika raste kada je temperatura unutar staklenika relativno stabilna ili kada raste, a pada kada temperatura izvan staklenika pada, kao i pod utjecajem nekih drugih vanjskih faktora (primjerice nalet vjetra).

Objašnjenje: Čak i za oblačnog vremena učinak staklenika je vidljiv jer sunčevo zračenje i dalje ulazi u plastenik, iako smanjeno u odnosu na sunčano vrijeme.

Popratni pokus: Utjecaj položaja stanice na mjerenje

Opis pokusa: Pripremite sve isto kao za pokus 5.1, osim što će se sada obje mjerne postaje nalaziti u plasteniku – jedna na najnižoj, a druga na najvišoj polici.

Eksperimentalni postav:

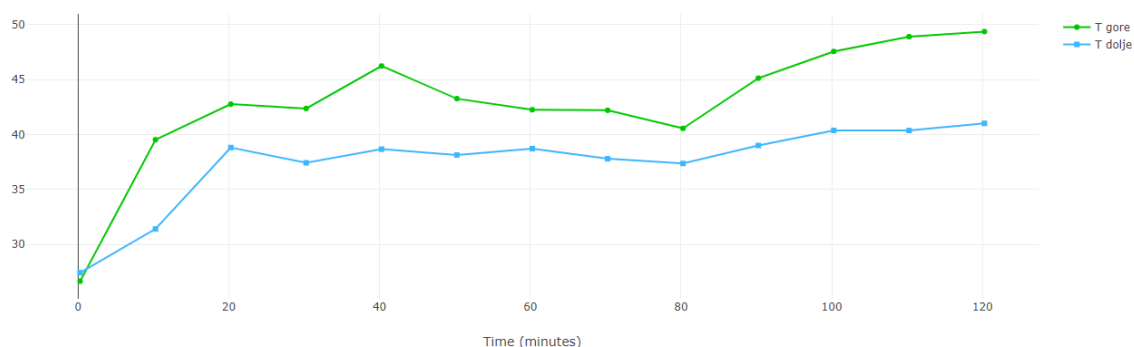


Slika 5.1.15 Jedan micro:bit s enviro:bit pločicom nalazi se na najvišoj (T gore), a drugi na najnižoj (T dolje) polici plastenika.

Primjer mjerenja:

Time (minutes)	T gore	T dolje
0.27	26.65	27.42
10.27	39.52	31.4
20.27	42.76	38.81
30.27	42.36	37.42
40.27	46.23	38.66
50.27	43.26	38.13
60.27	42.25	38.71
70.27	42.2	37.79
80.27	40.55	37.36
90.27	45.12	39
100.27	47.55	40.37
110.27	48.9	40.36
120.27	49.36	41.01

Slika 5.1.16 Izmjerene temperature na gornjoj i donjoj polici plastenika (°C).



Slika 5.1.17 Grafički prikaz temperatura na najvišoj i najnižoj polici plastenika u vremenu.

Opažanja: Temperatura je viša u gornjem, a niža u donjem dijelu plastenika.

Objašnjenje: Gustoća zraka ovisi o temperaturi. Topliji zrak je manje gustoće i zbog toga se podiže u više dijelove staklenika.

Prijedlog pitanja za poticanje razredne rasprave:

Uvodni dio sata:

- Kako meteorološke službe u Zagrebu primaju podatke o temperaturama na Sljemenu?
- Koju ulogu mora imati pojedini micro:bit da bismo ostvarili princip suvremenog prikupljanja meteoroloških podataka? Kako ostvariti te uloge?
- Kako znanstvenici mogu donositi zaključke o promjenama klime?
- Koji proces u atmosferi utječe na promjene klime? Na koji način?
- Koji su to staklenički plinovi?

Središnji dio sata:

- Što predstavlja plastenik? Što se događa sa sunčevim zračenjem kada dođe do plastenika?
- Kako rasporediti micro:bit uređaje da simuliraju princip suvremenog prikupljanja podataka?
- Kakav je odnos temperatura van i unutar plastenika? Što se događa s temperaturom unutar plastenika u početku mjerenja?
- U kakvom su odnosu relativne vlažnosti zraka s temperaturama unutar i van plastenika? Kakvog to utjecaja može imati na klimu?
- Što se događa s temperaturom unutar plastenika smanjenjem dnevne svjetlosti? Kakav je tada odnos temperatura unutar i izvan plastenika?

Završni dio sata:

- Na koji način povećana razina stakleničkih plinova utječe na klimu?
- Zašto su ljeta sve sušnija, a zime sve blaže?
- Kako spriječiti daljnje povećanje koncentracije stakleničkih plinova u atmosferi?

5.2. Utjecaj koncentracije ugljikovog dioksida na temperaturu

Ovaj pokus može se izvoditi u razredu, ali i kao kućni pokus. Primijenjen je za sedmi i osmi razred osnovne škole, a može se izvoditi i u srednjoj školi. Ukoliko se pokus izvodi kod kuće, najbolje da u pokusu sudjeluju po dva učenika te u tom slučaju nije potreban treći micro:bit već se podaci mogu obrađivati i pojedinačnim spajanjem micro:bita na računalo po završetku mjerenja. U oba slučaja učenici mogu doma samostalno iskodirati micro:bit uređaje uz vodič s koracima čiji se primjer nalazi u Prilozima.

Pribor: 2 staklenke, voda, šumeće tablete, 2 vrećice za domaćinstvo s pomičnim zatvaračem, 2 ili 3 micro:bita, izvor svjetlosti, računalo, USB kabel, dvije enviro:bit pločice



Slika 5.2.1 Eksperimentalni postav

Opis pokusa: Napravite kod za mjerenje temperature te po mogućnosti radio vezom ostvarite komunikaciju dva micro:bita koja mjere te trećeg koji sprema njihove podatke. Dvije staklenke napunite jednakim količinama vode tako da voda ispuní otprilike četvrtinu staklenke. Micro:bitove s enviro:bit pločicom i napajanjem stavite u vrećice. U jednu od

staklenki ubacite nekoliko šumećih tableta. U ovom primjeru korišteno je 5 šumećih tableta na 500 mL vode. Micro:bitove pokrenite istovremeno. Stavite po jednu vrećicu s micro:bitom u svaku staklenku tako da dio vrećice u kojem je micro:bit visi ne dotičući vodu, a dio vrećice sa zatvaračem viri izvan staklenke te staklenku s vrećicom zatvorite poklopcem. Treći micro:bit spojite na računalo. Staklenke izložite sunčevoj svjetlosti. Usporedite temperature u dvjema staklenkama.

Napomena: Ukoliko ne koristite enviro:bit pločicu, micro:bit mjeri temperature do 50 °C. Enviro:bit pločica ima senzor koji mjeri temperature do 85°C. Bez obzira na to, ne preporučamo da uređaje izlažete temperaturi mnogo iznad 50°C kako ne bi došlo do problema uslijed visokih temperatura.



Slika 5.2.2 Staklenka s otopljenim šumećim tabletama (lijevo) i staklenka s običnom vodom (desno) tijekom provođenja pokusa

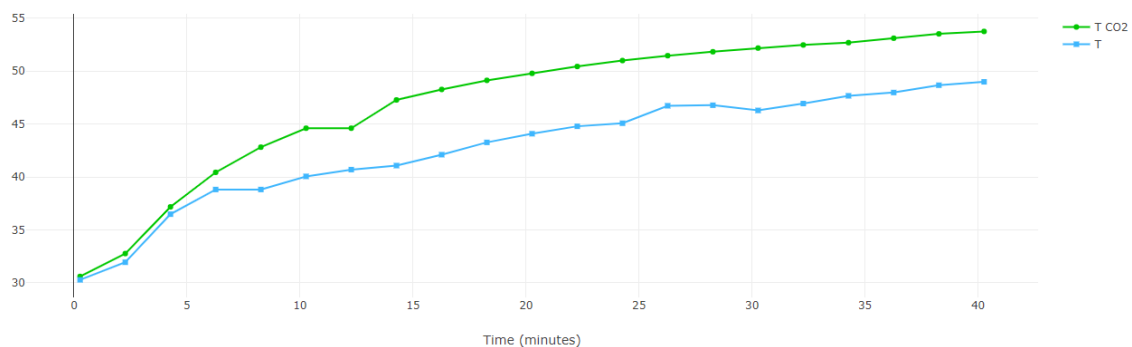
Opažanja: Temperatura se brže povećava u posudi sa šumećim tabletama. Temperatura je u svakom dijelu mjerenja veća u staklenci s otopljenim šumećim tabletama.

Objašnjenje: Otapanjem šumećih tableta u vodi primjećujemo mjehuriće. Mjehurići su zapravo ugljikov dioksid. Ugljikov dioksid jedan je od stakleničkih plinova. Staklenka sa šumećim tabletama predstavlja atmosferu s povećanom koncentracijom ugljikovog dioksida, a staklenka s običnom vodom predstavlja atmosferu s normalnom količinom ugljikovog dioksida. Ugljikov dioksid dobar je apsorber topline.

Primjer mjerenja:

Time (minutes)	T CO ₂	T
0.27	30.61	30.29
2.27	32.77	31.95
4.27	37.18	36.49
6.27	40.44	38.82
8.27	42.82	38.82
10.27	44.61	40.06
12.27	44.61	40.7
14.27	47.28	41.08
16.27	48.27	42.11
18.27	49.13	43.27
20.27	49.79	44.09
22.27	50.44	44.79
24.27	51	45.08
26.27	51.46	46.73
28.27	51.83	46.78
30.27	52.18	46.29
32.27	52.47	46.94
34.27	52.69	47.67
36.27	53.11	47.98
38.27	53.52	48.67
40.27	53.75	48.99

Slika 5.2.3 Tablica mjerenja temperature unutar staklenke s otopljenim šumećim tabletama (T CO₂) i unutar staklenke s običnom vodom (T)



Slika 5.2.4 T CO2 označava temperaturu u staklenci s otopljenim šumećim tabletama, a T temperaturu u staklenci s običnom vodom. Prikazane temperature su u Celzijevim stupnjevima.

Prijedlog pitanja za poticanje razredne rasprave:

Uvodni dio sata:

- Od kojih se plinova sastoji atmosfera?
- Mijenja li se koncentracija tih plinova u atmosferi ljudskim utjecajem? Na koje sve načine?
- Kako provjeriti utječe li povećana koncentracija nekog plina na temperaturu atmosfere?

Središnji dio sata:

- Što se događa pri otapanju šumećih tableta u vodi?
- Što predstavlja staklenka s običnom vodom, a što staklenka s otopljenim šumećim tabletama?
- Kako iskoristiti micro:bit uređaje za mjerenje temperature unutar zatvorenih staklenki?
- Kako se mijenja temperatura u pojedinim staklenkama? U kojoj staklenci je temperatura veća?
- Što možemo zaključiti o utjecaju povećane koncentracije ugljikovog dioksida na temperaturu?
- Možemo li na temelju izmjerenih podataka predvidjeti daljnje ponašanje temperature u staklenkama?

Završni dio sata:

- Zna li koliko dugo se ugljikov dioksid zadržava u atmosferi?
- Kako spriječiti daljnje povećanje ugljikovog dioksida u atmosferi?

5.3. Kako pojačani učinak staklenika utječe na topljenje leda?

Pribor: platenik, dvije posude, led, 2 neprozirne kutijice s jednom otvorenom stranom, 3 micro:bit uređaja s baterijama, 2 enviro:bit pločice, USB kabel, računalo

Opis pokusa: Pripremite sve kao za pokus 5.1. Posude napunite jednakim količinama leda.



Slika 5.3.1 Posude s jednakim količinama leda

Jednu posudu stavite unutar, a drugu izvan platenika.

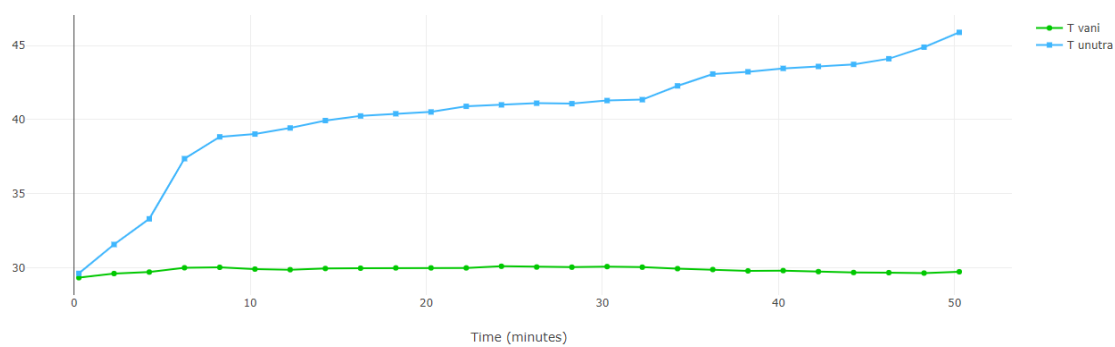


Slika 5.3.2 Posuda s ledom izvan plastenika i posuda s ledom u plasteniku

Promatrajte u kojoj će se posudi led brže otopiti.

Odredite koliko je trebalo vremena da se led otopi i u drugoj posudi.

Primjer mjerenja:



Slika 5.3.3 Odnos temperatura unutar i izvan plastenika za vrijeme mjerenja.



Slika 5.3.4 Led se topi.



Slika 5.3.5 Led unutar plastenika se otopio

Opažanja: Led u plasteniku otapa se brže nego led izvan plastenika. Pritom je temperatura u plasteniku veća nego temperatura izvan plastenika. Kada se led unutar plastenika otopio, ledu izvan plastenika trebalo je još oko 8 minuta da se u potpunosti otopi.

Popratni pokus: Utjecaj topljenja kopnenog leda i leda koji pluta u vodi na obale.

Pribor: dvije plastične kutije, glinamol, led, voda



Slika 5.3.6 Pribor za izvedbu pokusa.

Opis pokusa: U svaku od kutija stavite jednake količine glinamola tako da predstavljaju kopno. Po želji na svaku masu od glinamola stavite pribadače, kamenčiće ili nekakve figurice koje će predstavljati tijela na obali. U svaku od kutija nalijte vodu obojanu tintom.



Slika 5.3.7 Kutije s glinom i vodom spremne za dodavanje leda

U jednu kutiju led stavite na glinamol, a u drugu kutiju jednaku količinu leda stavite odmah u vodu.



Slika 5.3.8 U kutije je nadodan led

Zabilježite razine vode. Ostavite led da se otapa.



Slika 5.3.9 Zabilježene razine vode



Slika 5.3.10 Led se otapa

Zabilježite razine vode nakon otapanja i odredite u kojoj kutiji se razina vode povećala nakon otapanja leda



Slika 5.3.11 Otopljeni led i zabilježeno povećanje razine vode

Opažanje: Otapanje leda u vodi nije utjecalo na povećanje razine vode, dok je otapanje leda u na glinamolu uzrokovalo povećanje razine vode.

Objašnjenje: Glinamol predstavlja kopno. Otapanje ledenjaka uzrokuje podizanje razine mora i potapanje obala, dok otapanje ledenih santi koje se već nalaze u moru ne utječe na povećanje razine mora.

Pitanja za poticanje razredne rasprave:

Uvodni dio sata:

- Što se događa područjima prekrivenima snijegom i ledom tijekom proljeća i ljeta?
- Koje posljedice u prirodi ostavlja topljenje leda?
- Kako provjeriti ima li pojačani učinak staklenika utjecaj na brzinu topljenja leda?

Središnji dio sata:

- Što pretpostavljate o brzini topljenja leda u pojedinim posudama?
- Kako iskoristiti micro:bit uređaje za praćenje uvjeta u plasteniku i izvan njega?
- Kakav je odnos temperatura u plasteniku i izvan plastenika?
- Kako pojačani učinak staklenika utječe na brzinu topljenja leda?
- Koja trajno ledena tijela u prirodi poznajete?
- Kakav utjecaj na obale i razinu mora ima topljenje kopnenih ledenjaka, a kakav topljenje santi leda u morima i oceanima?
- Što predstavlja glinamol, a što kocke leda na glinamolu i kocke leda u vodi?
- Kolika je razina vode u posudama nakon otapanja leda?

Završni dio sata:

- Što zaključujete o utjecaju topljenja ledenjaka na razinu mora i obalna područja?
- Zašto se ledenjaci ubrzano tope?
- Za koliko bi se podigla razina svih mora da se otope svi ledenjaci na Zemlji?
- Što je potrebno za opstajanje ledenjaka?
- Kako smanjiti ljudski utjecaj na topljenje ledenjaka?

5.4. Utjecaj različitih lokacija na klimatske elemente

Nastavnik učenike može podijeliti u parove. Učenici koji su u paru mjerit će temperature u isto vrijeme na različitim lokacijama. Zatim mogu zajedno, na satu ili kod kuće, uspoređivati mjerenja.

Pribor: micro:bit, enviro:bit pločica, USB kabel, računalo

Opis pokusa: Učenici na različitim lokacijama (primjerice kod kuće, u blizini jezera, rijeke, u prometnom dijelu grada, u šumi...) mjere temperature tijekom istog dana u isto vrijeme i bilježe od kad do kad su mjerili. Učenici međusobno uspoređuju svoje podatke i raspravljaju o mogućim uzrocima različitih temperatura. Ukoliko postoji dovoljan broj enviro:bit pločica učenici mogu mjeriti i relativnu vlažnost zraka.

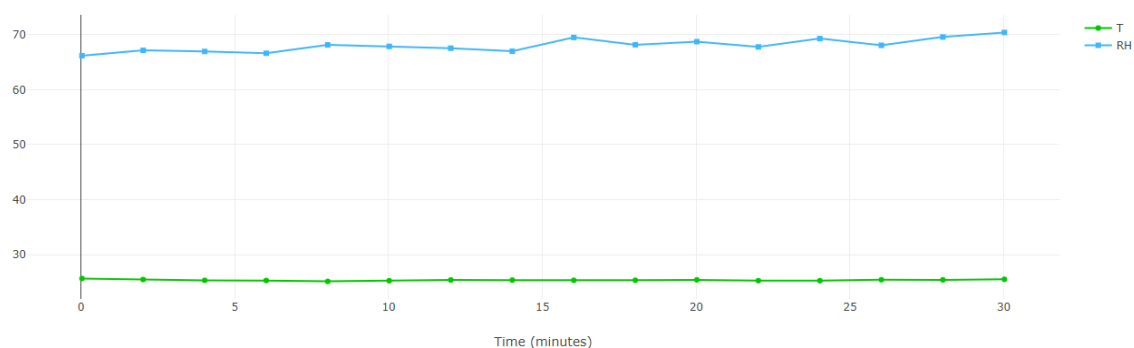
Primjer mjerenja: Mjerenja u gradskom parku i na gradskom forumu.



Slika 5.4.1 Micro:bit u hladu gradskog parka

Time (minutes)	T	RH
0.03	25.65	66.19
2.02	25.46	67.17
4.02	25.31	66.96
6.02	25.28	66.63
8.02	25.12	68.16
10.02	25.24	67.88
12.02	25.38	67.55
14.02	25.36	66.99
16.02	25.32	69.51
18.02	25.33	68.18
20.02	25.4	68.74
22.02	25.25	67.79
24.02	25.25	69.3
26.02	25.42	68.08
28.02	25.4	69.59
30.02	25.5	70.41

Slika 5.4.2 Tablični prikaz temperature i relativne vlažnosti zraka tijekom 30 minuta u parku.



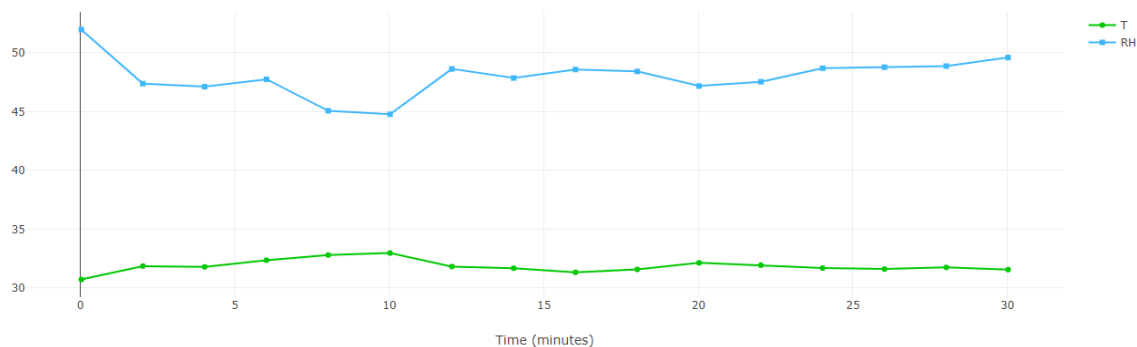
Slika 5.4.3 Grafički prikaz temperature i relativne vlažnosti zraka u parku.



Slika 5.4.4 Micro:bit u hladu gradskog Foruma.

Time (minutes)	T	RH
0.03	30.72	51.98
2.02	31.86	47.38
4.02	31.79	47.12
6.02	32.36	47.75
8.02	32.8	45.07
10.02	32.97	44.78
12.02	31.82	48.63
14.02	31.68	47.86
16.02	31.33	48.58
18.02	31.58	48.42
20.02	32.14	47.18
22.02	31.94	47.54
24.02	31.69	48.69
26.02	31.61	48.78
28.02	31.75	48.87
30.02	31.56	49.6

Slika 5.4.5 Tablični prikaz temperature i relativne vlažnosti zraka na Forumu.



Slika 5.4.6 Grafički prikaz temperature i relativne vlažnosti zraka na Forumu.

Opazanje: Na različitim lokacijama u istom gradu u isto vrijeme uočavamo različite temperature.

Objašnjenje: Temperatura zraka pošumljenih lokacija niža je od temperature zraka na lokacijama bez vegetacije jer sunčevo zračenje manje prolazi kroz krošnje drveća koje stvaraju hlad gotovo tijekom cijelog dana.

Prijedlog pitanja za usporedbu mjerenih podataka:

Uvodni dio:

- Može li se temperatura u istom gradu razlikovati na različitim lokacijama u isto vrijeme?
- O čemu sve može ovisiti temperatura zraka na nekoj lokaciji?
- Kako to istražiti pomoću micro:bit uređaja?

Središnji dio:

- Po čemu se razlikuju lokacije na kojima ste mjerili temperaturu (i relativnu vlažnost) zraka?
- Na kojoj lokaciji je temperatura (i relativna vlažnost) zraka u prosjeku veća?
- Koji su mogući razlozi za razlike u temperaturi?

Završni dio:

- Zašto je temperatura na selu i u prirodi često niža od temperature u gradu?
- Koja ljudska djelovanja mogu doprinijeti sniženju, a koja povećanju lokalne temperature?
- Što svatko od učenika može napraviti za poboljšanje lokalnih klimatskih uvjeta?

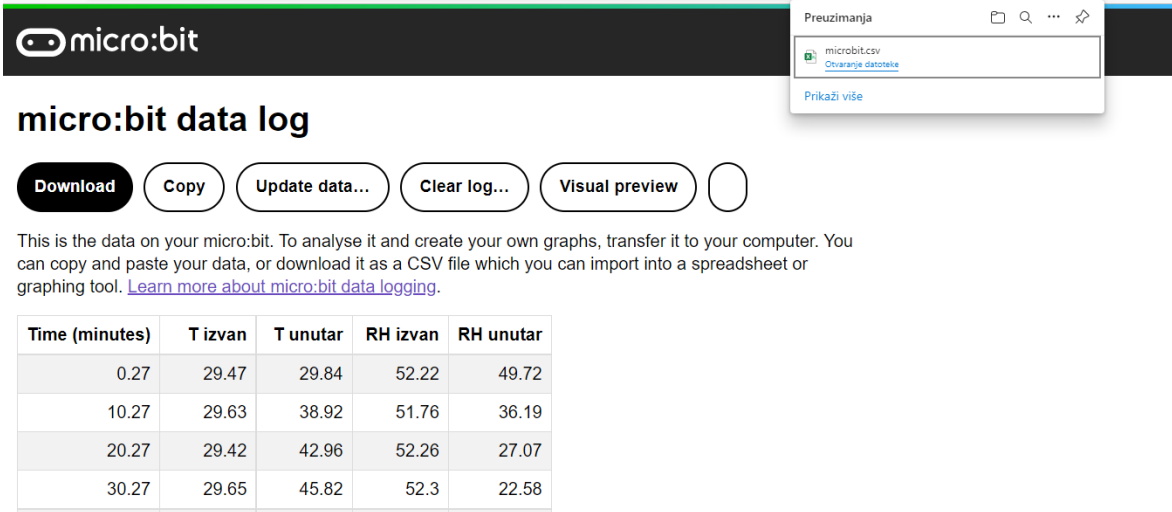
6. Statistička analiza podataka

Nakon provedenih pokusa raspolagat ćemo s velikim brojem podataka. Kako bismo lakše s učenicima interpretirali podatke potrebno ih je na neki način obraditi. Grana matematike koja se bavi prikupljanjem i analizom podataka zove se statistika.

6.1. Prebacivanje podataka u Excel

Podatke koje smo izmjerili, možemo prebaciti u neki od programa koji će nam olakšati njihovu statističku obradu, primjerice Microsoft Excel.

U sučelju za rad s podacima, odabirom opcije Download otvara se prozorčić s preuzimanjima u kojemu možemo pronaći naše podatke preuzete u obliku tekstualne .csv datoteke.

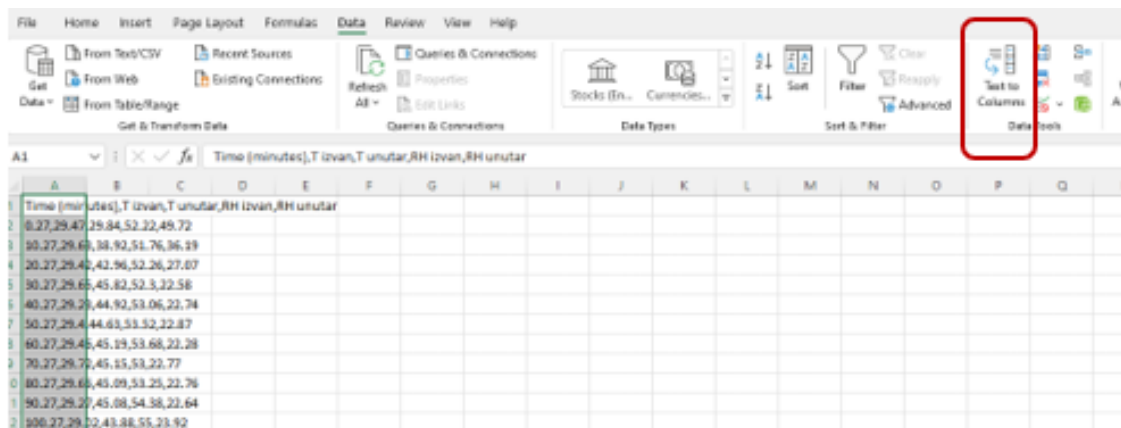


The screenshot shows the 'micro:bit data log' interface. At the top, there's a header with the 'micro:bit' logo. Below it, the title 'micro:bit data log' is displayed. A row of buttons includes 'Download' (highlighted), 'Copy', 'Update data...', 'Clear log...', and 'Visual preview'. A text block explains that the data is from a micro:bit and can be copied or downloaded as a CSV file. Below this is a table with five columns: 'Time (minutes)', 'T izvan', 'T unutar', 'RH izvan', and 'RH unutar'. The table contains four rows of data. A dropdown menu is open over the 'Download' button, showing 'microbit.csv' with the option 'Otvoravanje datoteke' and a 'Prikaži više' link.

Time (minutes)	T izvan	T unutar	RH izvan	RH unutar
0.27	29.47	29.84	52.22	49.72
10.27	29.63	38.92	51.76	36.19
20.27	29.42	42.96	52.26	27.07
30.27	29.65	45.82	52.3	22.58

Slika 6.1.1 Preuzimanje podataka u sučelju za rad s podacima s micro:bita.

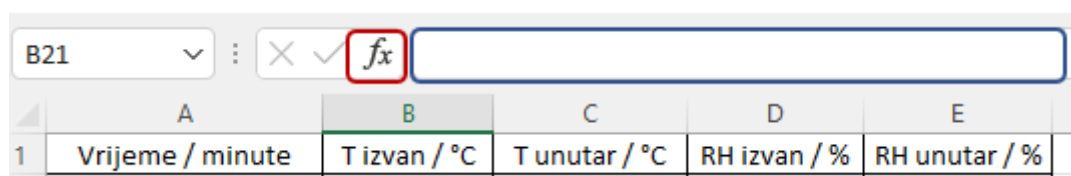
Klikom na Otvaranje datoteke otvara se Microsoft Excel, ali podaci su spremljeni u obliku teksta. Kako bismo podatke pohranili u tablicu potrebno je označiti prvi stupac, a zatim u kategoriji *Data* odabrati *Text to Columns*.



Slika 6.1.2 Konverzija podataka u Excelu.

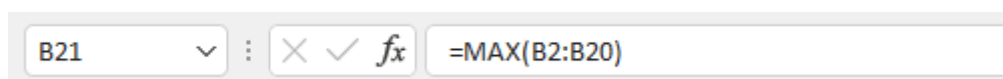
U otvorenom prozorčiću treba izabrati *Delimited*, a potom kliknuti *Next>*. Postavimo *Delimiters* na *Comma* (zarez) te ponovo kliknemo *Next>*. Za *Column and Data Format* postavimo *General*. Odabiremo željenu destinaciju podataka, primjerice zadano \$A\$1. Kako bismo izbjegli da se neki podaci pretvore u datume klikom na *Advanced* za *Decimal Separator* postavimo točku.

Da bismo primijenili Excel funkcije potrebno je u traci za formule odabrati oznaku za funkcije f_x te odabrati s popisa ili samostalno upisati funkciju.



Slika 6.1.3 Oznaka za funkciju (crveno) i traka za formule (plavo).

Nakon što smo odabrali funkciju potrebno je odrediti od koje do koje ćelije ju želimo primijeniti.



Slika 6.1.4 Primjer formule u Excelu.

Srednjoškolci mogu samostalno prebaciti podatke u Excel, dok osnovnoškolci podatke u Excel prebacuju uz navođenje nastavnika ili nastavnik s njima dijeli već pripremljenu tablicu.

6.2 Primjer obrade podataka uz motivacijska pitanja

Neke od statističkih veličina kojima s učenicima možemo analizirati podatke su ekstremne vrijednosti, srednja vrijednost te standardna devijacija. Učenici osnovne škole dosad su se susretali s prepoznavanjem ekstremnih i određivanjem srednjih vrijednosti, a učenici srednje škole, prema kurikulumu iz Matematike (16), upoznati su i sa standardnom devijacijom. Iako se matematičkim programom još nisu dotakli svih navedenih veličina, učenicima osnovne škole možemo objasniti potrebu i motivaciju za uvođenje istih u analizu. Dakle, učenici srednje škole uz primjere nastavnika prepoznaju koju funkciju trebaju koristiti u analizi, a učenicima osnovne škole nastavnik uvodi nove pojmove uz motivacijske primjere bez detaljnijeg matematičkog opisa.

Statistička veličina: maksimalna / minimalna vrijednost

Svaki dan prateći prognozu imamo priliku vidjeti dvije istaknute vrijednosti temperature zraka koje predstavljaju najnižu i najvišu temperaturu tijekom dana. Osim iz subjektivnih razloga (kako ćemo se odjenuti i slično), minimalna i maksimalna temperatura (i relativna vlažnost zraka) izrazito su bitne primjerice u poljoprivredi jer su mnoge biljke osjetljive i na vrlo male promjene temperature (i relativne vlažnosti zraka) u odnosu na uobičajene. Učenici ovisno o podacima koje obrađuju mogu uspoređivati temperaturu (i relativnu vlažnost zraka) unutar i izvan plastenika ili temperature na različitim lokacijama te diskutirati moguće faktore koji utječu na razlike.

Motivacijska pitanja:

- Koje informacije o temperaturi zraka tijekom dana možemo čuti na vremenskoj prognozi?
- Zašto može biti važno znati koja je najmanja, a koja najveća temperatura tijekom nekog vremena?

- Kojem dobu dana odgovaraju vaše izmjerene najviše i najniže vrijednosti? Usporedite svoja mjerenja s mjerenjima ostalih učenika.

Funkcija u Excelu: MAX / MIN

Statistička veličina: Srednja vrijednost

Kod velikog broja podataka, osim minimalne i maksimalne vrijednosti, tražimo veličinu koja će bolje opisati taj skup podataka. Jedna od njih je srednja vrijednost podataka, poznata još kao aritmetička sredina ili prosjek. Primjerice, temperatura zimi ponekad je niža u Zadru nego u Zagrebu, ali u prosjeku je niža u Zagrebu pa možemo reći da je Zagreb zimi hladniji od Zadra. (17) Srednja dnevna temperatura u meteorologiji računa se tako da se zbroje temperature izmjerene u 7 h, 14 h i temperatura u 21 h pomnožena s 2 te zbroj podijeli s 4. Od prosjeka srednjih dnevnih temperatura možemo dobiti prosjek srednjih mjesečnih temperatura te tako uspoređivati podatke iz godine u godinu.

Motivacijska pitanja:

- Kako usporediti koji je od neka dva dana topliji ako imaju jednake maksimalne i minimalne vrijednosti temperatura? Zašto gradove u unutrašnjosti smatramo hladnijima od gradova na obali iako su temperature u unutrašnjosti ponekad više nego na obali?
- Zašto može biti korisno računati srednje vrijednosti temperatura?
- Što je srednja dnevna temperatura?

Funkcija u Excelu: AVERAGE

Statistička veličina: Standardna devijacija

Podaci koji imaju istu srednju vrijednost mogu biti značajno drugačije raspršeni oko nje. Jedna od mjera te raspršenosti je standardna devijacija. Što je standardna devijacija veća to srednja vrijednost lošije opisuje skup podataka i obratno. Standardna devijacija govori nam o rasponu oko srednje vrijednosti u kojemu možemo pronaći podatke.

Motivacijska pitanja:

- Zadana su dva niza izmjerenih temperatura: 12 °C, 12.2 °C, 12.4 °C i 10.4 °C, 11 °C, 15.2 °C. Kolika je srednja vrijednost nizova? Koja skupina podataka je bolje predstavljena srednjom vrijednošću?
- Kako znati opisuju li srednja vrijednost dobro podatke?
- Što nam veličina standardna devijacija govori o podacima?

Funkcija u Excelu: STDEV

Podatke možemo podijeliti u manje intervale te ih i na taj način uspoređivati. Primjerice, mjerenje iz pokusa 5.1. tijekom sunčanog dana možemo podijeliti na tri dijela: temperatura unutar plastenika naglo raste (0-20 min), temperatura unutar plastenika je relativno stabilna (30-110 min) i temperatura unutar plastenika opada (120-180).

Vrijeme / minute	T izvan / °C	T unutar / °C	RH izvan / %	RH unutar / %
0	29,47	29,84	52,22	49,72
10	29,63	38,92	51,76	36,19
20	29,42	42,96	52,26	27,07
30	29,65	45,82	52,3	22,58
40	29,23	44,92	53,06	22,74
50	29,4	44,63	53,52	22,87
60	29,46	45,19	53,68	22,28
70	29,72	45,15	53	22,77
80	29,66	45,09	53,25	22,76
90	29,27	45,08	54,38	22,64
100	29,02	43,88	55	23,92
110	29,18	43,88	55,03	26,58
120	29,07	38,07	55,85	31,37
130	28,79	36,97	56,14	34,04
140	28,73	35,51	57,08	34,04
150	28,42	35,36	57,54	37,86
160	28,22	35,36	58,02	37,86
170	27,98	35,36	58,54	37,86
180	27,9	32,69	58,72	42,73
najveća vrijednost:	29,72	45,82	58,72	49,72
najmanja vrijednost:	27,9	29,84	51,76	22,28
srednja vrijednost:	29,06	40,25	54,81	30,41
standardna devijacija:	0,57	5,15	2,31	8,30

Slika 6.2.1 Tablica s izmjerenim i statističkim podacima

	srednja vrijednost			
vrijeme / minute	T izvan / °C	T unutar / °C	RH izvan / %	RH unutar / %
0-20	29,51	37,24	52,08	37,66
30-110	29,40	44,85	53,69	23,24
120-180	28,44	35,62	57,41	36,54
	standardna devijacija			
vrijeme / minute	T izvan / °C	T unutar / °C	RH izvan / %	RH unutar / %
0-20	0,11	6,72	0,28	11,40
30-110	0,24	0,63	0,94	1,33
120-180	0,44	1,66	1,12	3,71

Slika 6.2.2 Tablica sa statističkim podacima u manjim intervalima

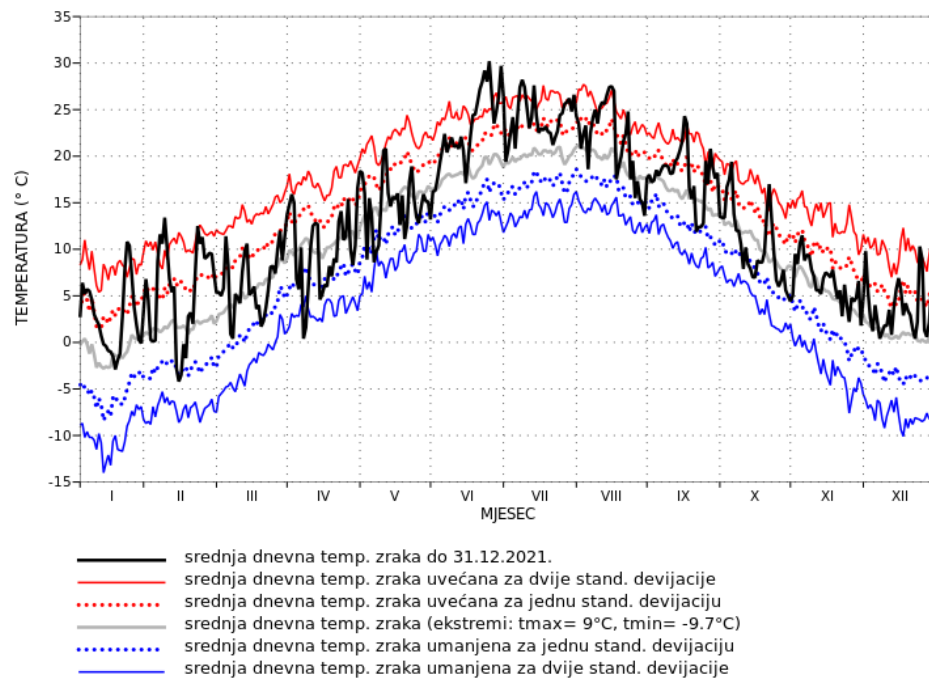
6.3 Kako donositi zaključke o klimi?

Da bismo mogli donositi zaključke o klimi potrebno je pratiti klimatske elemente kroz duži vremenski period. Meteorološke službe imaju podatke kroz više desetaka, a za neke mjerne postaje i preko sto godina. Poznavanjem srednjih dnevnih temperatura tijekom duljeg perioda može se odrediti njihov prosjek, tzv. višegodišnji srednjak. Istom razdoblju može se izračunati i standardna devijacija.

Dani čija se srednja dnevna temperatura nalazi unutar intervala višegodišnjeg srednjaka umanjenog ili uvećanog za jednu standardnu devijaciju smatraju se relativno umjereno toplima ili normalnima. Dani čija se srednja dnevna temperatura nalazi u intervalu između višegodišnjeg srednjaka uvećanog/umanjenog za jednu i višegodišnjeg srednjaka uvećanog/umanjenog za dvije standardne devijacije smatraju se relativno toplim/hladnim danima. Dani čija srednja temperatura prelazi granice višegodišnjeg srednjaka uvećanog/umanjenog za dvije standardne devijacije smatraju se relativno ekstremno toplim/hladnim danima. (18)

Nastavnik učenicima može prikazati primjer usporedbe srednjih dnevnih temperatura nekog grada te s učenicima diskutirati prikazani graf, uspoređivati ekstremno tople/hladne dane kroz godine i slično.

Usporedba sa srednjakom za razdoblje 1961-1990.
Zagreb-Maksimir



Slika 6.3.1 Primjer usporedbe višegodišnjeg srednjaka sa srednjim dnevnim temperaturama, izvor: Državni hidrometeorološki zavod, Srednjaci temperature, <https://meteo.hr/klima.php>.

Nastavnik učenicima može predložiti da mjere srednje dnevne temperature tijekom jednog mjeseca, a zatim svoje rezultate usporede s podacima koje mogu pronaći na stranici DHMZ-a.

7. Zaključak

Fizika je predmet kroz koji učenici upoznaju i nastoje razumjeti svijet oko sebe. Današnje doba obilježeno je ekstremnim klimatskim događajima i procesima pri čemu se posebno ističe staklenički efekt koji utječe na globalne temperature, otapanje ledenjaka i druge promjene. Zato je nužno da učenici kroz fiziku upoznaju, istraže i razumiju koncepte vezane uz klimatske promjene, utjecaj čovjeka na klimatske promjene te njihove posljedice kako bi krenuvši od sebe učinili nešto za budućnost nas i našeg planeta.

Korištenje micro:bita u istraživanju klimatskih promjena ima višestruke prednosti – od tehničkih do edukativnih. Učenici mogu sami konstruirati mjerni instrument uz mogućnosti dodatne nadogradnje i istraživanja. Time fizika postaje zanimljivija i može ih potaknuti na samostalno istraživanje. Interdisciplinarna primjena programiranja i matematike u praksi je također važna. Programiranje i matematika koriste se u rješavanju problema, od osmišljavanja pokusa, konstrukcije instrumenta, izvedbe mjerenja do analize podataka.

Nastavnici često kao opravdanje za neprovođenje pokusa u školama koriste nedostatak opreme i financijsku nemogućnost škole da nabavi istu. Micro:bit osim internih senzora ima neiscrpnu mogućnost spajanja vanjskih senzora, što omogućava konstrukciju brojnih mjernih instrumenata uz relativno nisku cijenu. Drugi izazov s kojim se nastavnici susreću je nedostatak vremena s obzirom na zahtjeve kurikulumu. Primjerima pokusa u ovom radu pokazano je da ova tema osim svog značaja ima i brojne edukativne prednosti kao što su upoznavanje s procesom znanstvenog istraživanja, nizom fizikalnih pojmova i koncepata te interdisciplinarnim povezivanjem fizike s informatikom i matematikom.

Nadam se da će ovaj rad motivirati nastavnike Fizike da uvedu temu klimatskih promjena u nastavu te da će im pripremljeni materijali poslužiti, u najmanju ruku kao inspiracija.

Prilozi

Uz predložene pokuse pripremljeni su i dodatni materijali koje nastavnici mogu koristiti na satu ili za domaće zadaće.

A Vodič za učenike – Koraci za kodiranje termometra

U nastavku su upute pomoću kojih učenici samostalno izvan nastave mogu napraviti kod za micro:bit kao termometar ako prethodno nemaju mnogo iskustva s korištenjem micro:bita. Učenici iskodirane micro:bitove mogu ponijeti na sat fizike na kojemu nastavnik planira izvođenje učeničkih pokusa.

Koraci za kodiranje termometra

Napravite sami svoj termometar i tablicu za spremanje izmjerenih podataka koristeći micro:bit uređaj.

1. Otvorite MakeCode uređivač koda odlaskom na web adresu <https://makecode.microbit.org/#editor>.
2. Kako biste omogućili tablično spremanje podataka preuzmite Data Logger ekstenziju (pretražite: datalogger).
3. Da bi prvi stupac u tablici podataka koju ćete izraditi prikazivao vrijeme od početka pokretanja programa u minutama neka vaš program *na početku* (eng. on start) izvođenja *postavi vremensku oznaku* (eng. set timestamp) na *minute*.
4. Vrijednost koju ćete mjeriti je temperatura. Ona se može mijenjati u vremenu. Veličine koje se mijenjaju prilikom izvođenja programa nazivamo *varijable* (eng. variables). Zato *napravite varijablu* (eng. make a variable) u koju ćete spremati izmjerenu temperaturu i nazovite ju po želji.
5. Neka program *svaku* (eng. every) minutu *postavi* (eng. set to) varijablu na vrijednost izmjerene temperature. U kategoriji Input potražite prikladnu naredbu.
6. Neka program sada u *stupac* (eng. column) proizvoljnog imena (npr. Temperatura) sprema *iznos* (eng. value) varijable, odnosno izmjerene temperature.
7. Ako želite, neka vaš program *prikazuje broj* (eng. show number), odnosno

izmjerenu temperaturu na zaslonu.

8. Ako ćete ponavljati mjerenja, da biste s micro:bita izbrisali prethodne podatke, napravite da *na pritisak gumba A* (eng. on button A pressed) *izbrišete zapisnik podataka* (eng. delete log). Radnji po želji pridružite *prikaz neke ikone* (eng. show icon).
9. Preuzmite program na računalo klikom na Download. Program će se preuzeti u obliku .hex datoteke.
10. Spojite micro:bit na računalo pomoću USB kabla te povlačenjem miša prebacite preuzetu datoteku na micro:bit i isprobajte termometar.

B Radni listić Učinak staklenika za sedmi razred

Za rješavanje radnog listića potrebno je razumijevanje koncepta topline.

Radni listić – 7.razred

Učinak staklenika – uvod

Prostor za skicu.

1. Čemu služe staklenici? Skicirajte staklenik u prostoru za skicu.

2. Zašto je staklo staklenika prozirno?

3. Kako sunčeva svjetlost utječe na tlo i biljke u stakleniku? Skicirajte upadnu sunčevu svjetlost žutom bojom.

4. Što zrače zagrijana tijela, pa tako i tlo i biljke u stakleniku? Skicirajte crvenom bojom.

5. Kakav utjecaj ima staklo staklenika na izračenu toplinu? Skicirajte crvenom bojom.

6. Što se postiže zadržavanjem topline u stakleniku?

7. Sličan proces odvija se u atmosferi pa se zbog toga zove *učinak staklenika*. Od čega se sastoji atmosfera?

8. Opišite skicom i riječima učinak staklenika.

Prostor za skicu.

9. Istražite putem interneta koji plinovi u atmosferi najbolje zadržavaju toplinu. Kako se zovu ti plinovi?

10. Kakva bi temperatura bila na Zemlji da nema učinka staklenika? Bi li život na Zemlji bio moguć?

C Radni listić Učinak staklenika za osmi razred

Ovaj radni listić namijenjen je za učenike osmog razreda, jer je uz koncepte povezane s topline (zračenje, infracrveno zračenje) potrebno povezati i koncepte povezane sa svjetlošću (odbijanje, propuštanje).

Radni listić – 8.razred

Učinak staklenika – uvod

Prostor za skicu.

1. Čemu služe staklenici? Skicirajte staklenik u prostoru za skicu.

2. Što se događa sa sunčevim zračenjem pri upadu u staklenik? Skicirajte žutom bojom.

3. Što se događa s dijelom zračenja koje dopijeva do tla? Skicirajte žutom bojom.

4. Kako na tlo utječe upijeno zračenje?

5. Što zrače zagrijana tijela?

6. Što se događa s infracrvenim zračenjem koje tlo zrači u okolinu? Skicirajte crvenom bojom.

7. Što se postiže ovim procesom koji se odvija u staklenicima?

8. Sličan proces odvija se u atmosferi pa je zbog toga nazvan *učinak staklenika*. Opišite skicom i riječima učinak staklenika.

Prostor za skicu

9. Kakva bi temperatura bila na Zemlji da nema učinka staklenika?

10. Od čega se sastoji atmosfera?

11. Istražite putem interneta koji plinovi u atmosferi najbolje zadržavaju toplinsko

zračenje. Kako jednim imenom zovemo te plinove?

12. Što se događa s molekulom stakleničkog plina nakon što upije toplinsko zračenje?
Skicirajte.

D Radni listić uz pokus 5.1.

Utjecaj pojačanog učinka staklenika na temperaturu

1. Postavite hipoteze na temelju kojih ćete zaključiti utječe li i kako utječe pojačani učinak staklenika na temperaturu.

2. Opišite pokus kojim biste testirali vaše hipoteze.

Tablično i grafički prikazana su mjerenja temperature i relativne vlažnosti zraka unutar i izvan plastenika tijekom nekoliko sati. Odgovorite na sljedeća pitanja i testirajte vaše hipoteze.

3. Odredite maksimalne i minimalne temperature unutar i izvan plastenika.
4. Usporedite grafove unutarnje i vanjske temperature u vremenu i interpretirajte značenje.

5. Kako promjene temperature utječu na relativnu vlažnost zraka?

6. Koju vremensku nepogodu može uzrokovati porast temperature? Objasnite.

7. Koje probleme mogu uzrokovati suše?

8. Što možete zaključiti o utjecaju pojačanog učinka staklenika na temperaturu zraka?

E Radni listić uz pokus 5.2.

Utjecaj povećane koncentracije ugljikovog dioksida na temperaturu

1. Koje ljudske aktivnosti utječu na povećanje koncentracije ugljikovog dioksida u atmosferi?

2. Što uočavaš kada rastopiš šumeću tabletu u čaši vode?

3. *ISTRAŽIVAČKO PITANJE:*

PRIBOR ZA POKUS: 2 staklenke, voda, šumeće tablete, 2 vrećice za domaćinstvo s pomičnim zatvaračem, 3 micro:bita, 2 enviro:bit pločice, izvor svjetlosti, računalo, USB kabel

Opišite pokus kojim smo pomoću navedenog pribora ispitali utjecaj povećane koncentracije ugljikovog dioksida na temperaturu.

4. Koji uvjeti u pokusu moraju biti jednaki za obje staklenke, a koji različiti?

5. Postavite hipoteze na temelju kojih ćete zaključiti o utjecaju ugljikovog dioksida na temperaturu zraka. *Ako je temperatura u staklenci s otopljenim šumećim tabletama...*

6. Koje su uloge pojedinih micro:bitova i enviro:bit pločica?

7. Što predviđate o temperaturama u pojedinim staklenkama?

8. Skicirajte pokus.

9. Iz mjerenih podataka odredite najveću i najmanju razliku među temperaturama staklenki. U kojoj staklenci temperatura brže raste?

10. Što možete zaključiti o utjecaju povećane koncentracije ugljikovog dioksida na temperaturu zraka?

11. Na koje načine možemo spriječiti povećanje koncentracije ugljikovog dioksida u atmosferi?

F Radni listić uz pokus 5.3.

Utjecaj pojačanog učinka staklenika na topljenje leda

1. Postavite hipoteze na temelju kojih ćete zaključiti kako pojačani učinak staklenika utječe na topljenje leda.

2. Opišite pokus kojim ćete ispitati vaše hipoteze.

3. Skicirajte pokus.

4. Zapišite opažanja i zaključak pokusa.

5. Koje su posljedice ubrzanog topljenja leda na obale?

6. Kako na obale utječe topljenje leda na kopnu i leda u morima?

G Radni listić uz pokus 5.4.

Utjecaj različitih lokacija na klimatske elemente

1. Opišite lokaciju na kojoj mjerite (nalazi li se lokacija u prirodi ili u gradu, na više ili manje prometnom mjestu, u blizini neke vodene površine i sl.) te ju usporedite s lokacijom na kojoj mjeri drugi učenik/ca s kojim radite u paru.

2. Odredite najveću i najnižu vrijednost temperature i relativne vlažnosti zraka i usporedite s vrijednostima koje je izmjerio drugi učenik.

3. Odredite srednju vrijednost temperature i relativne vlažnosti zraka i usporedite sa srednjim vrijednostima koje je odredio drugi učenik.

4. Zapišite temperaturu i relativnu vlažnost zraka u obliku intervala.

5. Ako se srednje vrijednosti razlikuju razmislite o čimbenicima koji su mogli utjecati na različitost.

6. Razmislite u paru što se sve može učiniti kako bi temperaturni uvjeti bili ugodniji u mjestu vašeg stanovanja.

OSNOVNA ŠKOLA/MJESTO:			ŠK. GOD.	
PREDMET:		Fizika	RAZRED:	7.
UČITELJ/UČITELJICA:			DATUM:	
PRIJEDLOG SCENARIJA ZA IZVOĐENJE NASTAVE FIZIKE				
BROJ NASTAVNIH SATI	2			
DOMENA	D – ENERGIJA			
Učinak staklenika				
OČEKIVANI ISHODI I NJIHOVO VREDNOVANJE				
ODGOJNO - OBRAZOVNI ISHODI		FIZ OŠ D.7.9. Povezuje promjenu unutarnje energije i toplinu. FIZ OŠ D.7.10. Istražuje fizičke pojave. FIZ OŠ D.7.11. Rješava fizičke probleme.		
RAZRADA ODGOJNO - OBRAZOVNIH ISHODA		FIZ OŠ D.7.9. Opisuje riječima i skicom učinak staklenika. Objašnjava važnost učinka staklenika za život na Zemlji. Navodi stakleničke plinove. Uspoređuje utjecaj normalne i povećane koncentracije stakleničkih plinova na klimu. Diskutira utjecaj čovjeka na klimatske promjene. FIZ OŠ D.7.10. Istražuje pojavu s pomoću demonstracijskog pokusa. Istražuje pojavu izvedeći učenički projekt. Izrađuje termometar. FIZ OŠ D.7.11. Kvalitativno zaključuje primjenjujući fizičke koncepte i zakone		
POVEZANOST S DRUGIM PREDMETIMA		Informatika A.7.3 Nakon sedme godine učenja predmeta Informatika u domeni Informacije i digitalna tehnologija učenik prikuplja i unosi podatke kojima se analizira neki problem uz pomoć odgovarajućega programa, otkriva odnos među podacima koristeći se različitim alatima programa te mogućnostima prikazivanja podataka. B.7.4 Nakon sedme godine učenja predmeta Informatika u domeni Računalno razmišljanje i programiranje učenik se koristi simulacijom pri rješavanju nekog ne nužno računalnoga		

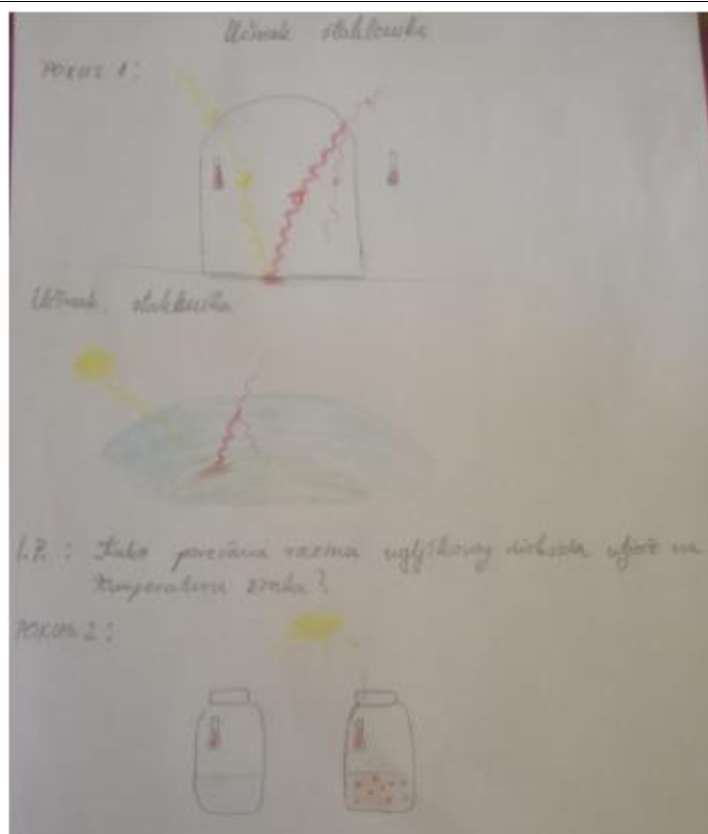
	problema. C.7.1 Nakon sedme godine učenja predmeta Informatika u domeni Digitalna pismenost i komunikacija učenik se koristi i upoznaje se s različitim platformama i programima, koje prema potrebi pronalazi i instalira. Kemija KEM OŠ A.7.3. Kritički razmatra upotrebu tvari i njihov utjecaj na čovjekovo zdravlje i okoliš. KEM OŠ C.7.3. Procjenjuje učinkovitost i utjecaj različitih izvora energije na okoliš.
POVEZANOST S MEĐUPREDMETNIM TEMAMA	Uporaba IKT-a A.3.2. Učenik se samostalno koristi raznim uređajima i programima. C.3.2. Učenik samostalno i djelotvorno provodi jednostavno pretraživanje, a uz učiteljevu pomoć složenije pretraživanje informacija u digitalnom okruženju. C.3.3. Učenik samostalno ili uz manju pomoć učitelja procjenjuje i odabire potrebne među pronađenim informacijama. D.3.3. Učenik stvara nove uratke i ideje složenije strukture. Osobni i socijalni razvoj A.3.3. Učenik razvija osobne potencijale. B.3.2. Razvija komunikacijske kompetencije i uvažavajuće odnose s drugima. B.3.4. Suradnički uči i radi u timu. Poduzetništvo A.3.1. Učenik primjenjuje inovativna i kreativna rješenja. Učiti kako učiti A.3.2. Učenik se koristi različitim strategijama učenja i primjenjuje ih u ostvarivanju ciljeva učenja i u rješavanju problema u svim područjima učenja uz učiteljevo povremeno praćenje. A.3.3. Kreativno mišljenje - učenik samostalno oblikuje svoje ideje i kreativno pristupa rješavanju problema. B.3.4. Učenik samovrednuje proces učenja i svoje rezultate, procjenjuje ostvareni napredak te na temelju toga planira buduće učenje. Održivi razvoj A.3.3. Razmatra uzroke ugroženosti prirode. B.3.1. Prosuduje kako različiti oblici djelovanja utječu na održivi razvoj. B.3.2. Sudjeluje u aktivnostima koje promiču održivi razvoj u školi, lokalnoj zajednici i šire. C.3.1. Može objasniti kako stanje u okolišu utječe na dobrobit.

VREDNOVANJE ISHODA	VREDNOVANJE ZA UČENJE - promatranjem pratiti i bilježiti: pažnju, interes i aktivnosti učenika (način rješavanja problema, vođenje bilježaka, rad na tekstu, samostalnost u radu, sudjelovanje u raspravi, iznošenje osobnih stavova ili stavova grupe, komunikaciju i interakciju s ostalim učenicima – poučavanje drugih, doprinos radu grupe ili para). - davanjem povratnih informacija (ukazati na ono što je učenik dobro napravio, negativnu informaciju prikazati pozitivnim i jednostavnim jezikom, u obliku reflektivnih pitanja) VREDNOVANJE KAO UČENJE - nastavni listići, izlazne kartice
	VREDNOVANJE NAUČENOG - frontalnim razgovorom provjeriti razinu usvojenosti navedenih obrazovnih ishoda, da li učenici: - o opisuju učinak staklenika - o objašnjavaju važnost učinka staklenika na Zemlji - o objašnjavaju utjecaj normalne i povećane razine ugljikovog dioksida u atmosferi - o opisuje utjecaj čovjeka na klimatske promjene ...Opišite skicom i riječima učinak staklenika (RL Učinak staklenika – uvod, 7.zadatak) Kakva bi temperatura... (RL Učinak staklenika – uvod, 10. zadatak) Kako povećana razina ugljikovog dioksida utječe na temperaturu? Koje ljudske aktivnosti... (RL uz pokus 5.2, 1.zadatak)

KLJUČNI POJMOVI:

- | | |
|-----------------------|------------------------|
| o Učinak staklenika | o Utjecaj čovjeka |
| o Zračenje topline | o Temperatura zraka |
| o Staklenički plinovi | o Meteorološke postaje |
| o Klimatske promjene | |

ORGANIZACIJA NASTAVNOG PROCESA		
NASTAVNE METODE:	OBLICI RADA:	NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:
demonstracijski pokus, rasprava, razgovor, crtanje, pisanje, usmeno izlaganje	Frontalni, individualni, rad u paru	Micro:bit, enviro:bit pločica, računalo, USB kabel, dijaprojektor, ploča, platenik, radni listići
PLAN PLOČE:		



TIJEK NASTAVNOG PROCESA

Aktivnost učenika

Uvodni dio (otvaranje problema):

Kako poljoprivrednici uspijevaju uzgojiti ljetne kulture čak i zimi? Učenici iznose mišljenja.

Opservacijski pokus: Plastenik se nalazi na pogodnom osunčanom mjestu. Jedan micro:bit nalazi se unutar, a drugi micro:bit izvan plastenika. Micro:bitovi su radio vezom povezani s trećim micro:bitom koji podatke o temperaturi unosi u računalu. Učenici prate podatke preko dijaprojektora.

Koji micro:bit pokazuje veću temperaturu?

Učenicima su podijeljeni radni listići Učinak staklenika. U prostoru za skicu učenici skiciraju pokus i zapisuju opažanje. Jedan od učenika čita svoje opažanje, a jedan crta skicu na ploču.

Središnji dio (konstruiranje modela):

Učenici vođeni radnim listićem konstruiraju model učinka staklenika. Prozvani učenici čitaju svoje odgovore. Raspravljamo odgovore po potrebi. Pojedini učenici na ploču skiciraju dijelove s radnog listića. Učenici kroz radni listić zaključuju:

- Kroz prozirno staklo staklenika ulazi sunčeva svjetlost koju upijaju tlo i biljke staklenika. Tlo i biljke se zagrijavaju te zrače toplinu. Staklo staklenika ne dopušta dijelu topline da izađe van te zbog zadržane topline temperatura unutar staklenika postaje viša nego izvan staklenika.
- Kod učinka staklenika ulogu stakla ima atmosfera, odnosno plinovi u atmosferi koji dobro zadržavaju toplinu. Zovemo ih staklenički plinovi. Neki od stakleničkih plinova su vodena para, ugljikov dioksid, dušikov oksid, metan, ozon, freoni.

Mijenja li se koncentracija pojedinih plinova u atmosferi ljudskim utjecajem? Učenici iznose mišljenje.

Učenici dobivaju radne listiće (uz pokus 5.2).

Koje ljudske aktivnosti povećavaju razinu ugljikovog dioksida u atmosferi? Učenici iznose mišljenja te zapisuju odgovore na radni listić.

Učenici dalje uz razrednu raspravu rješavaju radni listić. Prozvani učenici naglas čitaju odgovore tijekom rješavanja radnog listića te ih po potrebi raspravljamo.

Istraživačko pitanje: *Kako povećana razina ugljikovog dioksida utječe na temperaturu zraka?*

Istraživački pokus: Pokus pripremaju dva učenika demonstracijski uz pomoć nastavnika. Dvije jednake staklenke napunimo jednakim količinama vode. 2 micro:bita s enviro:bit pločicama stavimo u vodonepropusne vrećice. Micro:bitovi su povezani radio vezom s trećim micro:bitom spojenim na računalo. U jednu staklenku ubacimo nekoliko šumećih tableta te vrećice s micro:bitovima stavimo u staklenke tako da dno vrećice ne dotiče vodu, a vrh vrećice viri izvan staklenke učvršćen poklopcem. Staklenke izložimo sunčevoj svjetlosti ili svjetlosti dviju jednakih lampi. Pratimo i uspoređujemo temperaturu u staklenkama.

Tijekom pripreme pokusa i provedbe učenici odgovaraju na pitanja:

Koji uvjeti za staklenke moraju biti jednaki, a koji različiti?

Što predstavlja staklenka s običnom vodom, a što staklenka s otopljenim šumećim tabletama?

Kako iskoristiti micro:bit uređaje za mjerenje temperature unutar zatvorenih staklenki?

Kako se mijenja temperatura u pojedinim staklenkama?

Učenici skiciraju pokus, a zatim zapisuju opažanja i zaključak pokusa.

Učenici zaključuju da povećana razina ugljikovog dioksida utječe na brže povećanje temperature zraka.

Završni dio (primjena modela):

Kako spriječiti povećanje ugljikovog dioksida u atmosferi?

Učenici raspravljaju na temelju pitanja.

Učenici na svojim tabletima isprobavaju simulaciju Učinak staklenika

https://phet.colorado.edu/sims/html/greenhouse-effect/latest/greenhouse-effect_en.html.

Učenici odgovaraju na pitanja podizanjem kartica.

Izaberi točan odgovor.

- a) Učinak staklenika je proces koji onečišćuje prirodu.
- b) Učinak staklenika je proces koji omogućuje život na Zemlji.
- c) Učinak staklenika je poljoprivredni proces koji se odvija u staklenicima i plastenicima.

Izaberi odgovor u kojemu su svi navedeni plinovi staklenički plinovi.

- a) Metan, dušik, kisik
- b) Ugljikov dioksid, kisik, ozon
- c) Vodena para, ozon, metan

Učinak staklenika je

- a) prirodni proces na koji ljudi ne mogu imati utjecaja.

- b) umjetni proces stvoren ljudskim djelovanjem.
- c) prirodni proces na koji ljudi mogu utjecati svojim djelovanjem.

Ugljikov dioksid u atmosferu dolazi:

- a) Fotosintezom biljaka
- b) Izgaranjem fosilnih goriva
- c) Korištenjem umjetnih gnojiva

Povećana koncentracija ugljikovog dioksida:

- a) Izaziva smanjenje temperature zraka.
- b) Utječe na povećanje temperature zraka.
- c) Nije povezana s promjenom temperature zraka.

Domaća zadaća: Učenici trebaju izraditi termometar uz uputstva Koraci za kodiranje termometra.

Literatura

[1] [MZO] Ministarstvo znanosti i obrazovanja RH (2019), Kurikulum međupredmetne teme Održivi razvoj za osnovne i srednje škole, Zagreb: Ministarstvo znanosti i obrazovanja, NN 7/2019

[2] [MZO] Ministarstvo znanosti i obrazovanja RH (2019), Nacionalni kurikulum za nastavni predmet Geografija za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj, Zagreb: Ministarstvo znanosti i obrazovanja, NN 7/2019

[3] [MZO] Ministarstvo znanosti i obrazovanja RH (2019), Nacionalni kurikulum za nastavni predmet Priroda za osnovne škole u Republici Hrvatskoj, Zagreb: Ministarstvo znanosti i obrazovanja, NN 7/2019

[4] [MZO] Ministarstvo znanosti i obrazovanja RH (2019), Nacionalni kurikulum za nastavni predmet Kemija za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj, Zagreb: Ministarstvo znanosti i obrazovanja, NN 10/2019

[5] [MZO] Ministarstvo znanosti i obrazovanja RH (2019), Nacionalni kurikulum za nastavni predmet Fizika za osnovne škole u Republici Hrvatskoj, Zagreb: Ministarstvo znanosti i obrazovanja, NN 10/2019

[6] Climate Science Investigations (CSI) – NASA – CES/FAU (14.1.2016.), *Energy: The Driver of Climate*

<http://www.ces.fau.edu/nasa/module-2/how-greenhouse-effect-works.php>,
15.7.2022.

[7] Union of Concerned Scientists, *Why Does CO₂ get Most of the Attention When There are so Many Other Heat-Trapping Gases?*, 6.7.2009, 3.8.2017.

<https://www.ucsusa.org/resources/why-does-co2-get-more-attention-other-gases>,
pristupljeno 15.7.2022.

[8] Upoznajte micro:bit <https://izradi.croatianmakers.hr/lessons/upoznajte-microbit/>,
, pristupljeno 3.8.2022.

[9] BBC micro:bit: STEM revolucija <https://croatianmakers.hr/hr/stem-revolucija/>,
pristupljeno 3.8.2022.

[10] Micro:bit, Prvi koraci: Uvod <https://microbit.org/hr/get-started/first-steps/introduction/> , pristupljeno 3.8.2022.

[11] Micro:bit, Prvi koraci: Radio i pinovi <https://microbit.org/hr/get-started/first-steps/radio-and-pins/> , pristupljeno 3.8.2022.

[12] Micro:bit, Help& Support: Pairing and Flashing code via Bluetooth <https://support.microbit.org/support/solutions/articles/19000051025> , pristupljeno 4.8.2022.

[13] Micro:bit, Krenimo kodirati <https://microbit.org/hr/code/>

[14] Pimoroni / pxt – envirobit, enviro:bit <https://github.com/pimoroni/pxt-envirobit> , pristupljeno 5.8.2022.

[15] Micro:bit, Set Transmit Power, Range <https://makecode.microbit.org/reference/radio/set-transmit-power> , pristupljeno 5.8.2022.

[16] [MZO] Ministarstvo znanosti i obrazovanja RH (2019), Nacionalni kurikulum za nastavni predmet Matematika za osnovne škole u Republici Hrvatskoj, Zagreb: Ministarstvo znanosti i obrazovanja, NN 7/2019

[17] Državni hidrometeorološki zavod, Srednje mjesečne vrijednosti i ekstremi https://meteo.hr/klima.php?section=klima_podaci¶m=k1&Grad=zagreb_maksimir , pristupljeno 23.8.2022.

[18] Državni hidrometeorološki zavod, Srednjaci temperature <https://meteo.hr/klima.php> , pristupljeno 24.8.2022.

[19] Getting started with BME289 – Humidity, Pressure and Temperature Sensor, <https://www.seeedstudio.com/blog/2019/11/01/getting-started-with-bme280-humidity-pressure-and-temperature-sensor/> , pristupljeno 24.8.2022.

Životopis

Sara Vidošević

Rođena je 1998. u Zadru. Završila je Osnovnu školu Smiljevac i Gimnaziju Jurja Barakovića. 2017. godine upisuje nastavnički smjer fizike na Fizičkom odsjeku PMF-a Sveučilišta u Zagrebu. Dodatno je položila predmete na Matematičkom odsjeku kako bi mogla predavati matematiku u osnovnoj školi. Od 2022. radi u OŠ Tituša Brezovačkog u Zagrebu.