

UNIVERZITET U BEOGRADU
GRAĐEVINSKI FAKULTET U BEOGRADU
KATEDRA ZA HIDROTEHNIKU I VODNO EKOLOŠKO INŽENJERSTVO



Merenja u hidrotehnici

DIY TEŽINSKI KIŠOMER UZ POMOĆ SENZORA SILE I ADUINO
PLATFORME

Emilija Sredojević 535/23

Dragica Popović 590/23

Nikola Kovačević 624/23

Nikola Milutinović 560/23

Aleksa Negić 509/23

Mentori:

prof dr Dušan Prodanović

dr Damjan Ivetić

dr Miloš Milašinović

tim lider Jovana Lakičević

SADRŽAJ

1.UVOD.....	3
2.Sklapanje električnih komponenti	4
3. Testovi	8
1.Statički test- Klasičan.....	8
2. Statički test pri promeni temperature	10
a) Statički test pri visokoj temperaturi	10
b) Statički test pri niskoj temperaturi.....	11
3. Dinamički test.....	13
4. Sledeći koraci u pravljenju težinskog kišomera.....	14

1.UVOD

DIY težinski kišomer uz pomoć senzora sile i Arduino platforme

Kišomer je instrument za merenje količine padavina u nekom vremenskom periodu. Postoje različiti tipova kišomera:

- **Standardni kišomer (neregistrujući)**- sastoji se od otvorenog cilindra ili posude koja sliži da sakuplja kišnicu, sakupljena količina kiše označava se u milimetrima;
- **Kišomer sa klackalicom (registrujući)**- posuda sa dve komore koje se neizmenično pune, dok težina vode u komori ne poremeti ravnotežu posude i ona "klacne" tako da se nastavlja punjenje druge komore, registruje se broj "klackanja" odnosno električnih impulsa koji se u tom procesu stvaraju;
- **Težinski kišomer**- meri padavine prateći težinu sakupljene vode koja se kasnije preračunava u zapreminu;

Zadatak naše grupe je bio pravljenje težinskog kišomera, uz pomoć Arduino platforme, kao i kolegice Jovane Lakičević koja na ovu temu piše master rad. Kroz ovu temu prolazili smo kroz osnovne korišćenja Arduino kontrolera, osnovne faze razvoja i testiranje opreme.

2.Sklapanje električnih komponenti

Potrebne komponente

Električne komponente koje su nam bile potrebne prilikom izrade kišomera su:

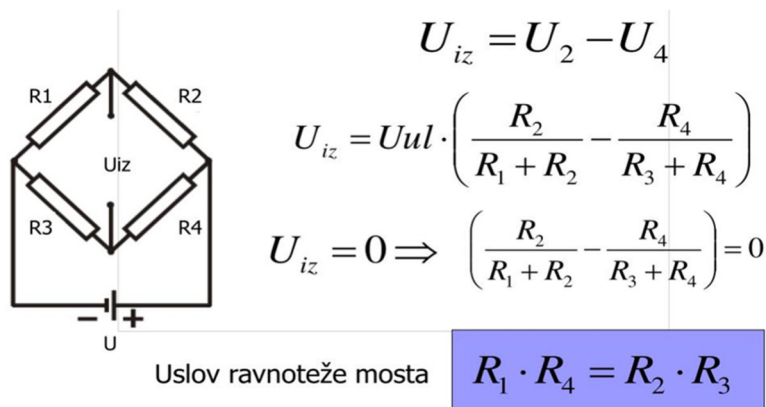
- Merna ćelija - senzor opterećenja;
- Pojačivač - ADC;
- Prototipska ploča;
- Arduino UNO;
- Senzor temperature;

Merna ćelija

Za merenje težine padavina potreban je senzor dovoljnog kapaciteta da izdrži samu posudu za prikupljanje kiše, kao i masu prikupljene kišnice. U našem zadatku bilo je dovoljno da izdrži težinu do 5 kg.

Na senzor sile deluje neko opterećenje koje ga deformiše i tada se njegov otpor menja srazmerno sa opterećenjem koje je naneto. Mesto na kom deluje sila nije kritično jer merna ćelija meri smicanje, a ne savijanje grede.

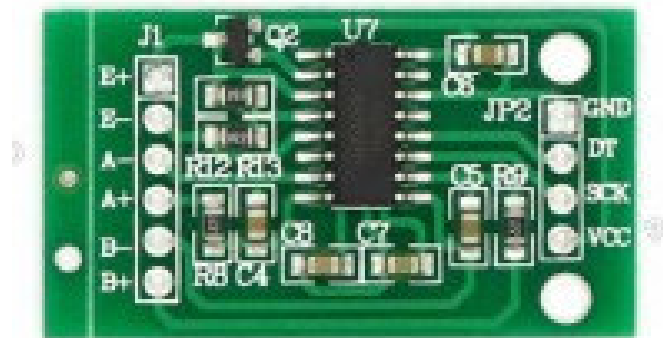
Kao merna ćelija korišćena je "vaga" (merilo naprezanja) koja radi na principu Vitstonovog mosta. Vitstonov most je merni instrument (Kristi 1833, poboljšao i popularizovao Vitston 1843) koji se koristi za merenje električne otpornosti izjednačavanjem dve grane mosta, gde se nepoznata otpornost nalazi u jednoj grani mosta.



Pojačivač - ADC HX711

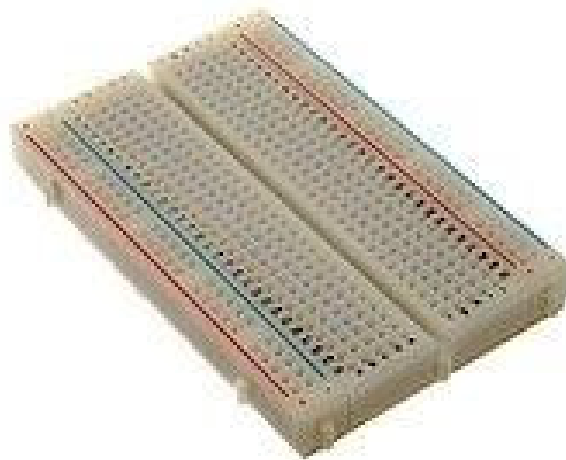
Obzirom da je električni signal koji emituje merilo napreznja suviše mali, korišćen je pojačivač signala kako bi mikro procesor Arduino UNO mogao da ga očita.

Pojačivač predstavlja poluprovodnik, precizni 24-bitni analogno-digitalni konverter, koji pojačava električni signal koji primi od merne ćelije. Nije potrebno programirati ga jer se na ostale komponente povezuje pinovima.

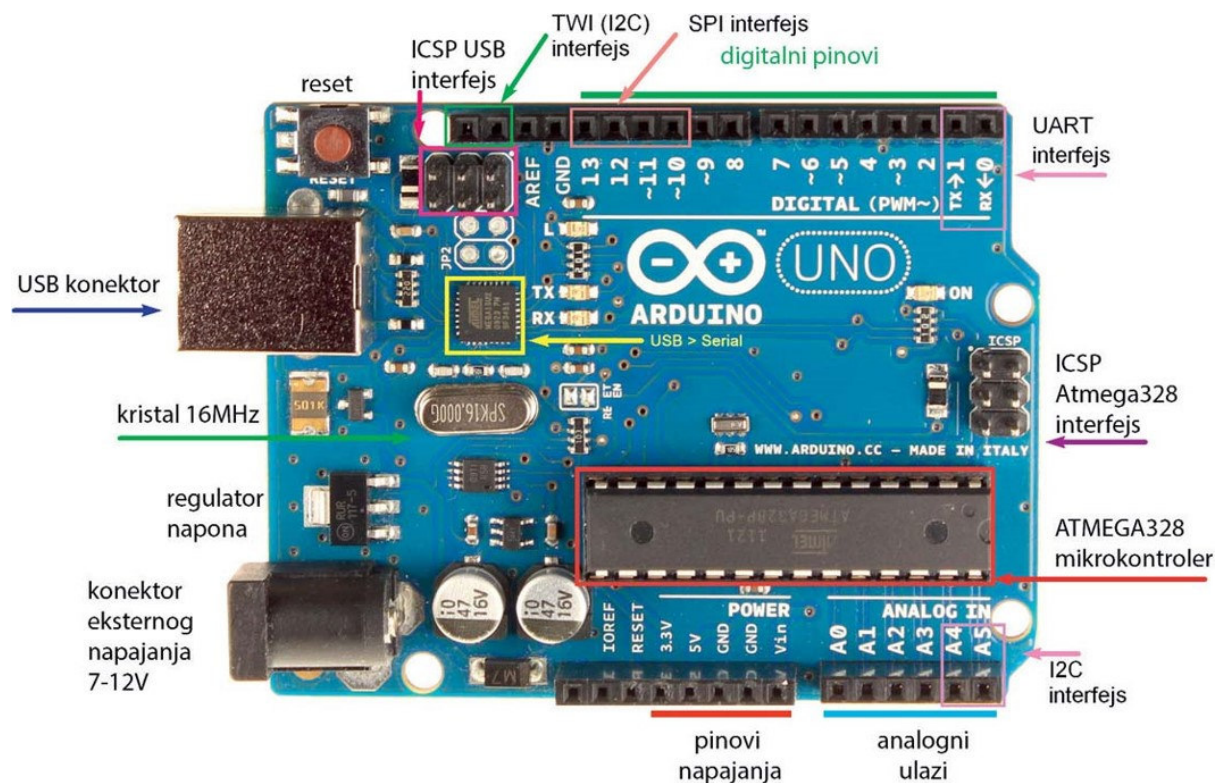


Prototipska ploča

Sastoji se od nizova četvrtastih otvora unutar kojih su redovi metalnih traka (koje su savijene tako da čine kanal - kontakt). Omogućava jednostavno spajanje komponenata bez potrebe za lemljenjem i pravljenjem trajnih spojeva. Vertikalne linije (vodovi) označavaju da će komponente ubodene u istom vertikalnom redu biti spojene, što važi i za horizontalne linije.



Arduino UNO



Arduino UNO koristi se pomoću Arduino IDE programa, pisanog u Java programskom jeziku. Glavne funkcije koje smo koristili su SETUP koju smo pokrenuli na početku i koja služe za početna podešavanja i i LOOP koja predstavlja beskonačnu petlju. Funkcija LOOP se poziva sve dok se ne isključi napajanje ploče. Pored fizičkog povezivanja potrebno je bilo i da se poveže programski, za šta smo koristili biblioteke podataka u samom programu. Definisali smo vremenski interval za očitavanje podataka.

Korišćene su opcije Serial Monitor i Serial Ploter.

The screenshot shows the Arduino IDE interface with the following code in the editor:

```

28 void loop() {
29     // Get the weight of the object
30     Serial.print(MyScale.getValue(), 1);
31     Serial.println(" g");
32     delay(1000);

```

The Serial Monitor window displays the following output:

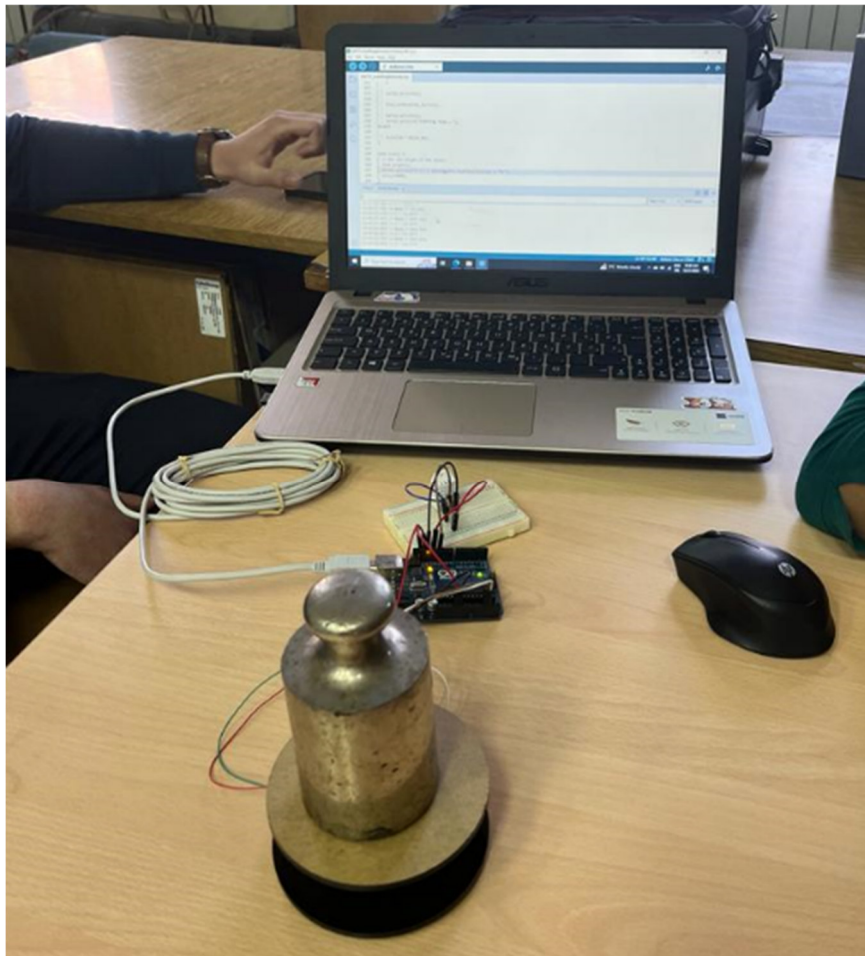
```

13:53:54.716 -> 8692272 g
13:53:55.691 -> 8692297 g
13:53:56.733 -> 8692281 g
13:53:57.715 -> 8692360 g
13:53:58.733 -> 8692116 g
13:53:59.693 -> 8691652 g
13:54:00.695 -> 8691679 g
13:54:01.692 -> 8691594 g
13:54:02.734 -> 8691553 g

```

Postupak kalibracije je služio da bi "sirov" signal koji nam je program izbacivao pretvorili u nama poznatu veličinu. Vagu smo kalibrisali tegom standardne težine 2kg, što je takođe bilo potrebno definisati u programu. Kalibracioni faktor smo pratili tokom narednih testova. On predstavlja pomeraj u odnosu na nulu i njegovu vrednost smo ispitivali.

Celokupnu bazu podataka mogli smo da sačuvamo i pomoću Python-a, u kojem je ceo kod mogao da se pokrene, i koji je podatke čuvao u Notepad-u.



3. Testovi

1. Statički test- Klasičan

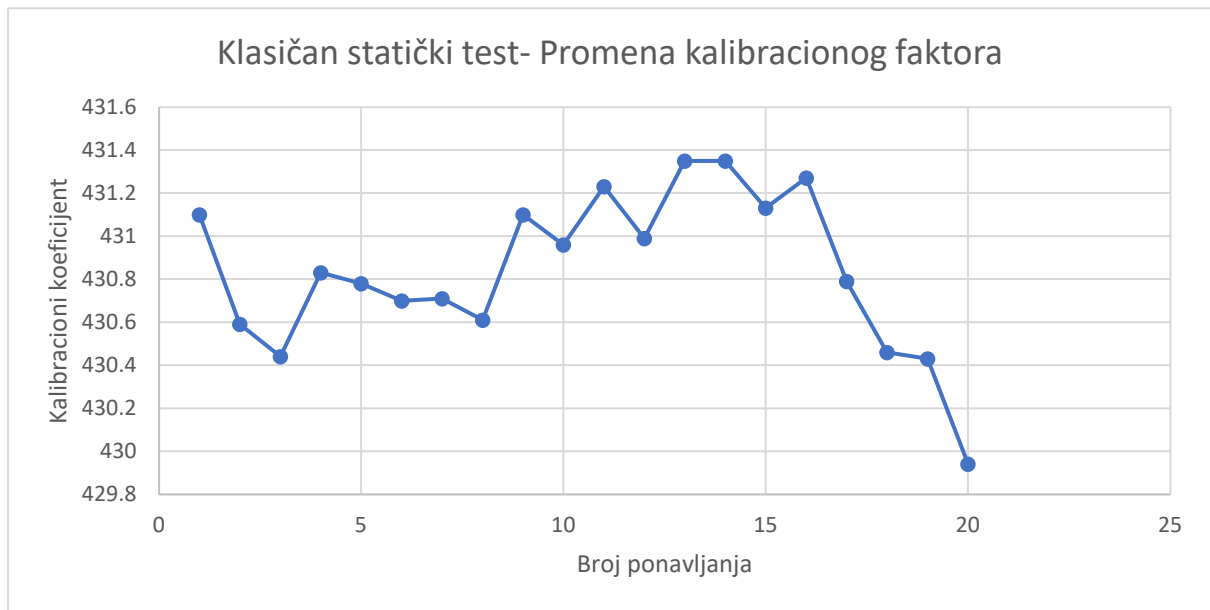
Prvobitno smo testirali da li nam merna ćelija zaista radi kao vaga.

Prvi test za merenje mase i dokazivanje preciznosti rada vage se sastojao od pomenutog procesa kalibracije. Test se sastojao od 20 ponavljanja pri konstantnoj temperaturi od 22,5 stepeni celzijusa. Mogli smo da uočimo promenu kalibracionog faktora, koja je data u tabeli 1, kao i grafički na grafiku 1.

Tabela 1.

Broj ponavljanja	Kalibracioni faktor
1	431.1
2	430.59
3	430.44
4	430.83
5	430.78
6	430.7
7	430.71
8	430.61
9	431.1
10	430.96
11	431.23
12	430.99
13	431.35
14	431.35
15	431.13
16	431.27
17	430.79
18	430.46
19	430.43
20	429.94
sr.vr	430.838
st dev	0.3573

Grafik 1.



Obzirom na prosečno odstupanje, gde smo zaključili da sa većim brojem ponavljanja statičkog testa ne dobijamo preciznije kalibracione faktore, mišljenja smo da bi iste vrednosti dobili i sa manjem brojem ponavljanja.

2. Statički test pri promeni temperature

Korišćen je senzor temperature koji je, kao što je gore objašnjeno, poboden u proto ploču. Test je sproveden kako bi se ispratilo ponašanje senzora sile pri različitim temperaturama.

a) Statički test pri visokoj temperaturi

Sastojao se od 5 ponavljanja na visokim temperaturama koje smo dobili uz pomoć fena. Rezultati su prikazani u tabeli 2 kao i na grafiku 2.

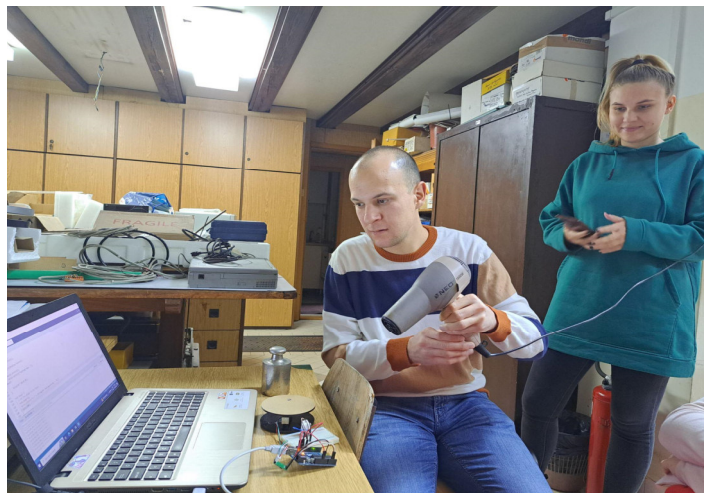
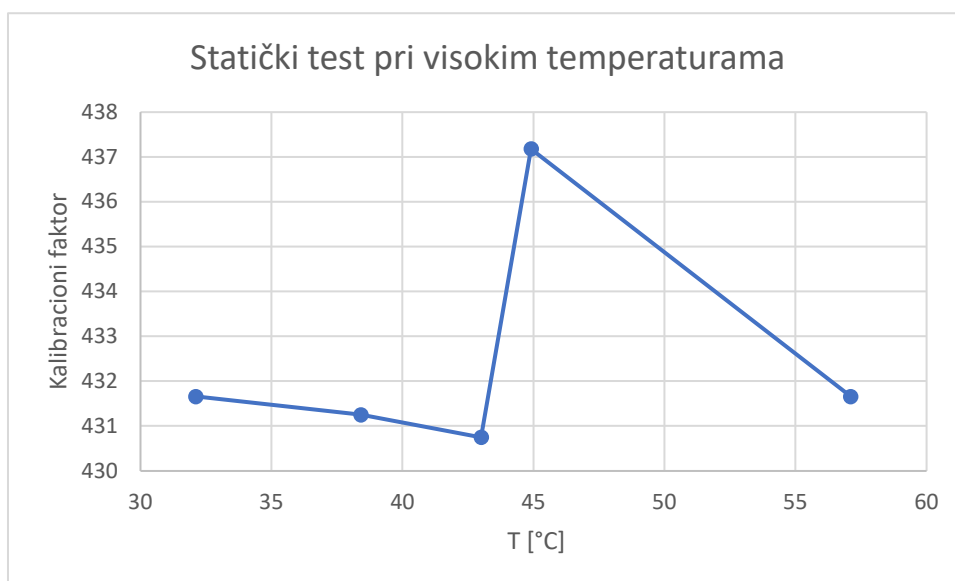


Tabela 2.

Broj ponavljanja	Kalibracioni faktor	Temperatura [°C]
1	431.66	57.1
2	437.18	44.9
3	430.75	43
4	431.25	38.4
5	431.66	32.1
sr.vr.	432.5	43.1
st dev	2.363836	8.274539

Grafik 2.



Pregledom rezultata zaključujemo da se pri visokim temperaturama dobijaju veća odstupanja kalibracionog faktora.

b) Statički test pri niskoj temperaturi

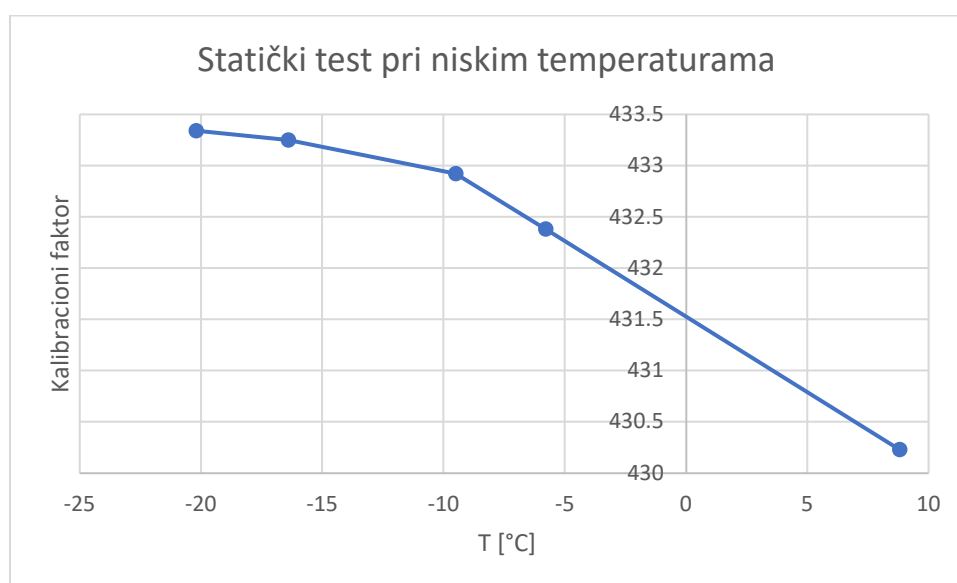
Sastojao se od 5 ponavljanja na niskim temperaturama koje smo dobili merenjem na otvorenom prostoru u zimskim uslovima. Rezultati su prikazani u tabeli 3 i grafiku 3.



Tabela 3.

Broj ponavljanja	Kalibracioni faktor	Temperatura [°C]
1	433.34	-20.2
2	433.25	-16.4
3	432.92	-9.5
4	432.38	-5.8
5	430.23	8.8
sr.vr.	432.2	-8.62
st dev	1.147425	10.06785

Grafik 3.



Pri niskim temperaturama, kao i kod testa pri visokim temperaturama, dobija se veća vrednost kalibracionog faktora i ponavljanjem merenja kalibracione vrednosti postaju sve približnije.

3. Dinamički test

Dinamički test izvršen je u laboratoriji za Hidrotehniku. Bitno je bilo da dinamički test bude ponovljiv.

Pri dinamičkom testu koristili smo elektroniku koja je prethodno kalibrisana, bure velike zapremine sa slavinom na dnu, manju kanticu u koju se ulivala voda iz bureta, flašu zapremine 2 l, metar, štopericu, kao i digitalnu vagu.

Prvo smo na buretu obeležili minimalnu i maksimalnu kotu vode koja nam je bila potrebna, odnosno 2 l, a potom smo tu visinsku razliku izdělili na četiri jednaka dela (zapremine od 500 ml).

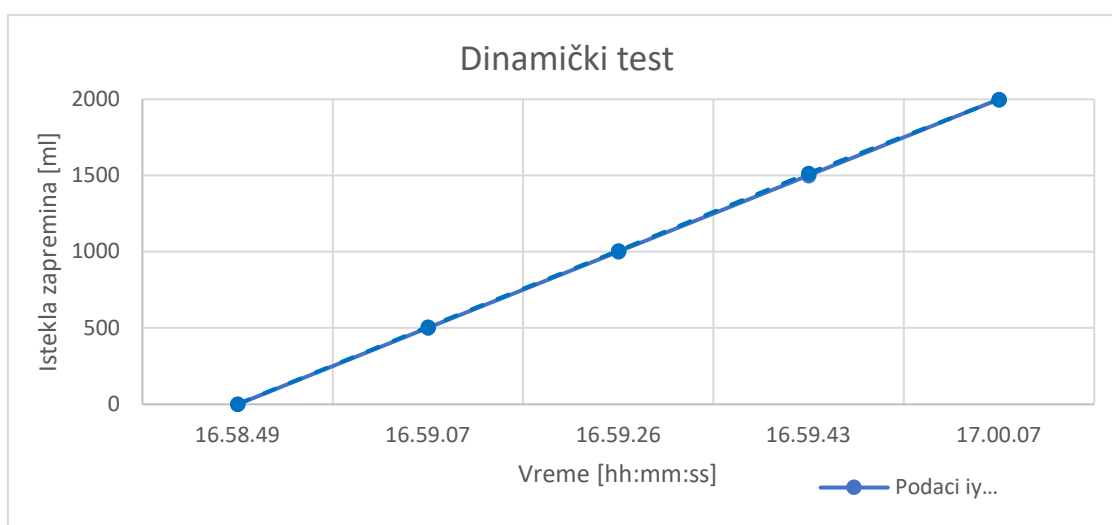
Zatim smo odvrtnjem česme započeli isticanje vode i pratili da li naša "vaga", odnosno Arduino UNO može dinamički da isprati promenu mase u mernoj posudi (kantici) u određenom trenutku.

Dinamički test sproveden je pri konstantnoj temperaturi od 19 stepeni. Rezultati su prikazani na grafiku 4 i u tabeli 4.

Tabela 4.

vreme (h:min:s)	masa (g)	vreme (h:min:s)	masa (g)	delta vremena (s)	delta mase (g)
16.58.49	0	16.58.49.81	0.84	0	0.84
16.59.07	500	16.59.03.78	507.5	4	7.5
16.59.26	1000	16.59.21.45	1006.85	5	6.85
16.59.43	1500	16.59.40.22	1514.21	3	14.21
17.00.07	2000	16.59.58.98	1997.79	8	2.21

Grafik 4.



Rezultati dimaničkog testa

Pratili smo odstupanja mase i vremena pomoću snimaka na telefonu i rezultata baze podataka dobijenih u Python-u. Može se zaključiti da senzor sile dobro prati dinamiku, odnosno da mikroprocesor kasni za realnim vremenom vrlo malo, kao i da je razlika u masi vrlo mala, što nas dovodi do zaključka da je tačnost mernog uređaja prihvatljiva..

4. Sledeći koraci u pravljenju težinskog kišomera

Nažalost, naša grupa zbog ograničenog vremena nije stigla do samog formiranja kišomera i njegovog testiranja u prirodnim uslovima. Takođe, pored same kalibracije mernog uređaja potrebno je obratiti pažnju i na spoljne faktore koji mogu uticati na kvalitet merenja (vetar, samo udaranje kišnih kapi u posudu...). Kasnije je na prethodno objašnjene elektronske komponente dodat displej, sat i čitač SD kartice. Dalji razvoj kišomera isprat ćemo uz master rad kolegice Jovane Lakičević, kojoj bismo se ovim putem još jednom dodatno zahvalili na odlično obavljenom zadatku vođe ekipe.