

Izazov kišomjera

Učenci: Lorena Domšić, Tara Grubešić, Laura Marković, Anja Bosnić

Mentor: Ankica Veseljić

OŠ Banija, Karlovac

1. Sažetak rada

U našem projektu usporedili smo mjerenja količine oborine pomoću metalnog Helmanovog kišomjera i plastičnog kišomjera. Budući da za metalni kišomjer nismo raspolagali umjerenom menzурom, postavili smo istraživačka pitanja: Kako ćemo izmjeriti količinu oborine u kišomjeru koji nema unutarnju posudu? Hoće li se izmjerena količina oborine razlikovati u odnosu na plastični kišomjer kojim smo do sada mjerili? U razdoblju od 15.10. 2017. do 22.12. 2017. istovremeno smo mjerili oborinu u oba kišomjera prema GLOBE protokolu. Izračunali smo površinu otvora (zjala) Hellmanovog kišomjera mjereći na tri načina polumjer otvora kišomjera. Tako smo dobili faktor kojim smo preračunali količinu oborine izmjerene u menzuri iz ml u mm odnosno l/m^2 . Usporedbom izmjerene količine oborine u oba kišomjera uočili smo da je u metalnom Hellmanovom kišomjeru izmjerena količina oborine prosječno manja za 0,5 mm čime nismo potvrdili svoju hipotezu da će izmjerena količina oborine u oba kišomjera biti ista uz moguće odstupanje od $\pm 0,1$ mm.

Summary

In our project, we compared precipitation measurements using a metal Hellmann rain gauge and a plastic rain gauge. Since we did not have a graduated cylinder for the metal rain gauge at our disposal, we set the research questions: How do we measure the amount of precipitation in a rain gauge that does not have an internal droplet? Will the measured amount of precipitation differ compared to the amount measured by a plastic rain gauge? In the period from 15th October 2017 to 22nd December 2017, we measured precipitation in both rain gauges according to the GLOBE protocol. We calculated the surface of the Hellman rain gauge opening by measuring its radius in three ways. Accordingly, we got the factor by which we calculated the precipitation amount measured in a graduated cylinder from ml to mm, that is, L/m^2 . By comparing the precipitation amount measured in both rain gauges we recorded that the measured precipitation amount in the metal Hellman rain gauge was smaller by an average of less than 0,5 mm and thus we did not confirm the hypothesis that the measured precipitation in both rain gauges would be the same with possible deviation $\pm 0,1$ mm.

2. Istraživačka pitanja i hipoteza

Prošle smo godine na 20. državnoj Smotri i natjecanju hrvatskih GLOBE škola u Zadru, kao nagradu za uspješan istraživački projekt, dobili od DHMZ-a rabljeni Hellmanov metalni kišomjer. Razveselili smo se nagradi, jer već dugo planiramo kupiti metalni kišomjer kako bismo mogli mjeriti količinu oborine i u zimskim mjesecima, što nam je bio problem s plastičnim kišomjerom zbog smrzavanja i pucanja kišomjera. Problem je nastao kad smo vidjeli da kišomjer nema unutarnju posudu s kojom bi trebali mjeriti količinu oborine.

Postavili smo istraživačka pitanja: Kako ćemo izmjeriti količinu oborine u kišomjeru koji nema unutarnju posudu? Hoće li se izmjerena količina oborine razlikovati u odnosu na plastični kišomjer kojim smo do sada mjerili?

Naša hipoteza je da će izmjerena količina oborine u oba kišomjera biti ista uz moguće odstupanje od $\pm 0,1$ mm, kolika je preciznost tih kišomjera prema certifikatu proizvođača .

3. Metode istraživanja

Količina oborine iskazuje se u mm što znači da je pala 1 litra oborine na 1 metar kvadratni (l/m^2). Kako je otvor kišomjera manji, posuda s kojim mjerimo i očitavamo oborinu treba imati prilagođeno mjerilo kako bi se oborina iskazala u primjerenim mjernim jedinicama.

Na našoj atmosferskoj postaji KUCICA - SKOLA BANIJA - KARLOVAC: ATM-01 dodali smo metalni Hellmanov kišomjer. Postavili smo ga na isti stup usporedno s našim plastičnim kišomjerom. Plastični kišomjer nije postavljen prema GLOBE protokolu već se nalazi na stupu, a otvor kišomjera je 2 m iznad površine tla. U okruženju kišomjera je školska zgrada i drveće.

U razdoblju od 15.10. 2017. do 22.12. 2017. istovremeno smo mjerili oborinu u oba kišomjera prema GLOBE protokolu. Iz metalnog kišomjera pažljivo smo pretakali oborinu u menzuru i očitavali količinu oborine u ml, dok smo u plastičnom kišomjeru očitavali količinu oborine na njegovoj mjernoj skali u mm. Oborina je zabilježena 16 puta, najveća količina oborine u plastičnom kišomjeru bila je 49 mm na dan 7.11. 2017., a najmanja 1,5 mm na dan 9.11. 2017. dok je u metalnom kišomjeru najveća zabilježena količina oborine bila 489 ml na dan 7.11.2017., a najmanja 14 ml na dan 9.11.2017.

Da bismo dobili faktor s kojim ćemo preračunati količinu oborine izmjerene u menzuri u ml, izračunali smo površinu otvora (zjala) Hellmanovog kišomjera. Za izračunavanje površine potrebno je znati dimenziju polumjera otvora kišomjera. Polumjer smo mjerili na tri različita načina: 1. mjerili smo opseg otvora kišomjera pomoću savitljivog metra i iz opsega izračunali polumjer, 2. mjerili smo promjer otvora kišomjera pomoću pomične mjerke i izračunali polumjer, 3. crtali smo opseg otvora kišomjera na milimetarskom papiru te pomoću simetrala tetiva i dužine odredili središte kružnice i ravnalom izmjerili polumjer otvora kišomjera. Kako bismo umanjili utjecaj slučajne pogreške pri mjerenju polumjera, izveli smo za svaki način po deset mjerenja, a najvjerojatniju pravu vrijednost polumjera otvora kišomjera prikazali kao aritmetičku sredinu svih izmjerenih podataka. Da bismo procijenili koliko je rezultat mjerenja polumjera otvora kišomjera točan, odredili smo maksimalnu apsolutnu i maksimalnu relativnu pogrešku.

Pomoću polumjera čije je mjerenje pokazalo najmanju maksimalnu relativnu pogrešku, izračunali smo površinu otvora (zjala) kišomjera i dobili faktor za preračunavanje količine oborine iz ml (cm^3) u mm odnosno l/m^2 .

Usporedili smo količinu oborine izmjerenu u oba kišomjera.

4. Prikaz i analiza podataka

Izračunali smo srednje vrijednosti rezultata mjerenja polumjera otvora Hellmanova kišomjera tj. aritmetičku sredinu tako da smo sve vrijednosti zbrojili i taj zbroj podijelili s brojem mjerenja:

$$\bar{r} = \frac{r_1 + r_2 + r_3 + \dots + r_n}{n}$$

\bar{r} - srednja vrijednost izmjerenog polumjera
 r_1, r_2, \dots, r_n - izmjerene vrijednosti polumjera
 n - broj mjerenja

Za svako pojedino mjerenje izračunali smo odstupanje od srednje vrijednosti, odnosno apsolutnu pogrešku.

$$\begin{aligned} \bar{r} - r_1 &= \Delta r_1 \\ \bar{r} - r_2 &= \Delta r_2 \\ \bar{r} - r_3 &= \Delta r_3 \\ &\cdot \\ &\cdot \\ \bar{r} - r_n &= \Delta r_n \end{aligned}$$

\bar{r} - srednja vrijednost izmjerenog polumjera

$r_1, r_2 \dots r_n$ - izmjerene vrijednosti polumjera

Δr - odstupanje od srednje vrijednosti izmjenog polumjera

Dobivenu apsolutnu vrijednost koja najviše odstupa od srednje vrijednosti zapisali smo kao maksimalnu apsolutnu pogrešku .

r - polumjer

$$r = (\bar{r} \pm \Delta r_m)$$

\bar{r} - srednja vrijednost izmjenog polumjera

Δr_m maksimalna apsolutna pogreška izmjenog polumjera

Maksimalnu relativnu pogrešku izračunali smo kao omjer između maksimalne apsolutne pogreške i srednje vrijednosti svih mjerenja i izrazili je u postotku.

r_m - maksimalna relativna pogreška izmjenog polumjera

$$r_m = \frac{\Delta r_m}{\bar{r}} = \left(\frac{\Delta r_m}{\bar{r}} \cdot 100 \right) \% \quad \Delta r_m \text{ maksimalna apsolutna pogreška izmjenog polumjera}$$

\bar{r} - srednja vrijednost izmjenog polumjera

Tablica 1. Prikaz rezultata mjerenja polumjera metalnog Hellmanovog kišomjera na tri različita načina

Table 1. The results of measuring the radius of the metal Hellmann rain gauge in three different ways

	Srednja vrijednost izmjenog polumjera \bar{r}	Maksimalna apsolutna pogreška izmjenog polumjera Δr_m	Maksimalna relativna pogreška izmjenog polumjera r_m
Mjerenje pomoću savitljivog metra r/cm	5,72 cm	(5,72 ± 0,08) cm	1,40 %
Mjerenje pomoću pomične mjerke r/cm	5,68 cm	(5,68 ± 0,12) cm	2,11 %
Mjerenje pomoću milimetarskog papira r/cm	5,73 cm	(5,73 ± 0,07) cm	1,22 %

Iz dobivenih rezultata mjerenja vidljivo je da metoda mjerenja polumjera otvora kišomjera pomoću milimetarskog papira ima najmanju maksimalnu relativnu pogrešku od 1,22% pa smo u izračunu površine otvora kišomjera koristili polumjer $r = 5,7$ cm dobiven tom metodom. Površinu otvora metalnog Hellmanovog kišomjera izračunali smo po formuli

$P = \pi r^2$ i ona iznosi $P = 102,0 \text{ cm}^2$. Izračunali smo maksimalnu apsolutnu pogrešku za izračunatu površinu.

$r = (5,7 \pm 0,07) \text{ cm}$	$P = 102,0 \text{ cm}^2$	P - površina
$r_{\max} = 5,8 \text{ cm}$	$P_{\max} = 105,6 \text{ cm}^2$	r- polumjer
$r_{\min} = 5,6 \text{ cm}$	$P_{\min} = 98,5 \text{ cm}^2$	r_{\max} – maksimalni polumjer
$\bar{P} = 102,1 \text{ cm}^2$		r_{\min} - minimalni polumjer
$\Delta P = 3,6 \text{ cm}^2$		P_{\max} - maksimalna površina
$P = (102,1 \pm 3,6) \text{ cm}^2$		P_{\min} - minimalna površina
		\bar{P} – srednja vrijednost površine
		ΔP – maksimalna apsolutna pogreška za površinu.

Visina sloja oborine mjeri se u milimetrima i desetinkama milimetra. Jedan milimetar oborine znači da je pala 1 litra oborine na 1 metar kvadratni (l/m^2).

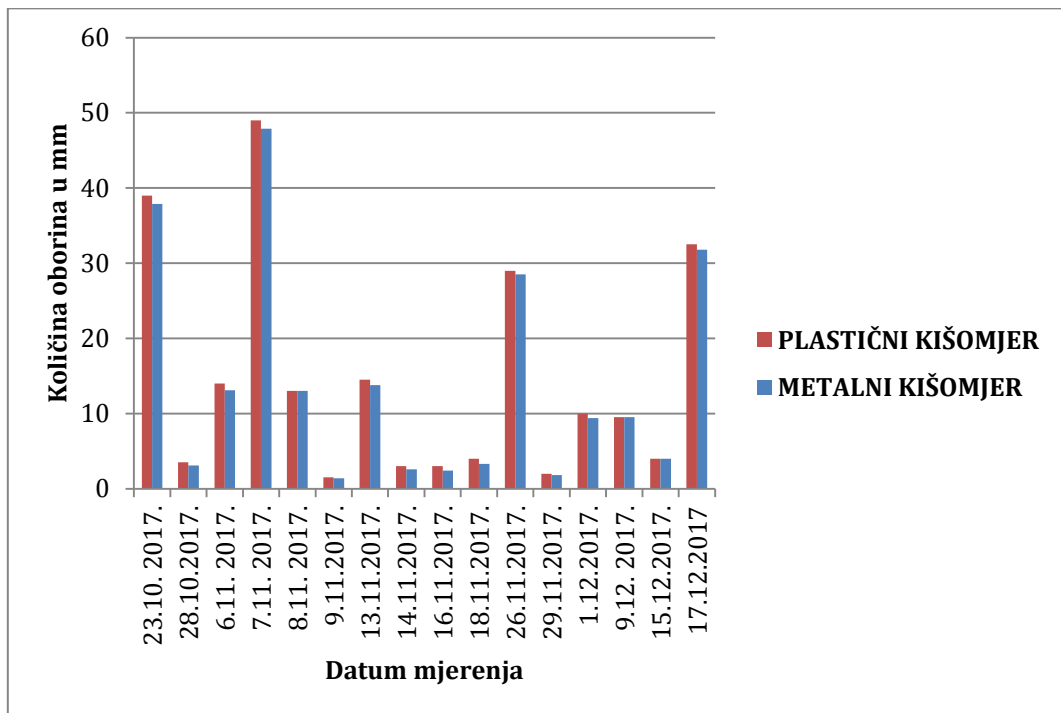
Površina otvora našeg kišomjera je $102,0 \text{ cm}^2$, što znači da je 1 mm oborine u kišomjeru jednak 1/102,0 litre. Odnosno 1 mm oborine je 10,2 ml. S obzirom da su nam potrebni podaci u milimetrima, trebali smo odrediti odnos ml oborine naprema mm. Kako bismo dobili vrijednost 1 ml u mm, trebali smo jednakost $10,2 \text{ ml} = 1 \text{ mm}$ podijeliti sa 10,2. Dobili smo $1 \text{ ml} = 0,098 \text{ mm}$. Izmjerenu količinu oborina u ml, u metalnom Hellmanovom kišomjeru, preračunali smo u mm tako da smo ju pomnožili dobivenim faktorom 0,098.

Tablica 2. Preračunata količina oborina iz ml u mm pomoću faktora 0,098 u metalnom Hellmanovom kišomjeru na atmosferskoj mornoj postaji KUCICA - SKOLA BANIJA - KARLOVAC: ATM-01, te usporedba s izmjerenom količinom oborine u plastičnom kišomjeru

Table 2. Precipitation amount converted from ml to mm using the factor 0,098 in metal Hellmann rain gauge at the atmospheric station KUCICA - SKOLA BANIJA - KARLOVAC: ATM-01 and comparasion with the precipitation amount measured in a plastic rain gauge

DATUM MJERENJA	METALNI HELLMANOV KIŠOMJER IZMJERENA KOLIČINA OBORINE/ ml	METALNI HELLMANOV KIŠOMJER PRERAČUNATA KOLIČINA OBORINE / mm	PLASTIČNI KIŠOMJER IZMJERENA KOLIČINA OBORINE/ mm	RAZLIKA IZMJERENE KOLIČINE OBORINE U METALNOM HELLMANOVOM KIŠOMJERU U ODNOSU NA PLASTIČNI KIŠOMJER/ mm
23.10. 2017.	387	37,9	39,0	-1,1
28.10.2017.	32	3,1	3,5	-0,4
6.11. 2017.	134	13,1	14,0	-0,9
7.11. 2017.	489	47,9	49,0	-1,1
8.11. 2017.	133	13,0	13,0	0,0
9.11.2017.	14	1,4	1,5	-0,1
13.11.2017.	141	13,8	14,5	-0,7
14.11.2017.	27	2,6	3,0	-0,4
16.11.2017.	24	2,4	3,0	-0,6
18.11.2017.	34	3,3	4,0	-0,7

26.11.2017.	291	28,5	29,0	-0,5
29.11.2017.	18	1,8	2,0	-0,2
1.12.2017.	96	9,4	10,0	-0,6
9.12.2017.	97	9,5	9,5	0,0
15.12.2017.	41	4,0	4,0	0,0
17.12.2017.	324	31,8	32,5	-0,7



Slika 1. Usporedba izmjerene količina oborina na atmosferskoj mornoj postaji KUCICA - SKOLA BANIJA - KARLOVAC: ATM-01 u plastičnom kišomjeru i metalnom Hellmanovom kišomjeru

Figure 1. Comparison of the measured precipitation amount at the atmospheric measurement station KUCICA - SKOLA BANIJA - KARLOVAC: ATM-01 in a plastic rain gauge and in the metal Hellmann rain gauge

Rasprava i zaključci

Usporedbom količine oborine u oba kišomjera, maksimalna količina oborine od 49 mm zabilježena je u plastičnom kišomjeru, dok je minimalna količina oborine od 1,4 mm zabilježena u metalnom Hellmanovom kišomjeru.

Iz tablice i grafičkog prikaza uočavamo da je u metalnom Hellmanovom kišomjeru u odnosu na plastični kišomjer izmjerena količina oborine prosječno manja za 0,5 mm, osim 8.11., 9.12. i 15.12. kada je izmjerena jednaka količina oborine u oba kišomjera, čime nismo potvrdili svoju hipotezu da će izmjerena količina oborine u oba kišomjera biti ista uz moguće odstupanje od $\pm 0,1$ mm.

Analizom provedenih postupaka mjerenja količine oborine, zaključili smo da su mogući uzroci manjoj izmjerenoj količini oborine u metalnom kišomjeru sistematske pogreške pri mjerenju. Nepažnjom prilikom prelijevanja oborine iz metalnog kišomjera u menzuru moglo je doći do proljevanja dijela oborine. Prilikom očitavanja količine oborine u menzuri moglo je doći do pogrešnog očitavanja. Također kada je količina oborine bila manja, bilo je teško isprazniti posudu metalnog kišomjera do kraja. Analizom podataka za trenutnu temperaturu

zraka na našoj mjernoj postaji uočili smo da su listopad, studeni i prosinac bili topli. Budući da oborinu prema GLOBE protokolu mjerimo jednom u 24 sata, pretpostavljamo da je dio akumulirane oborine mogao ispariti zbog jačeg zagrijavanja metala nego plastike od kojih su načinjeni kišomjeri. Ovim istraživanjem pronašli smo odgovor na naša istraživačka pitanja te smo uspješno izmjerili količinu oborine u kišomjeru, iako nije imao unutarnju posudu za mjerenje.

U petom razredu iz geografije naučili smo da na količinu oborine utječu reljef, geografska širina, more, temperatura kopna, konfiguracija tla, vjetrovi, planinski lanci, nagib brdske strane, utjecaj šuma, utjecaj velikih gradova. Stoga se količina oborine razlikuje i na relativno malim udaljenostima. Iz literature⁵ smo saznali da u Hrvatskoj postoji oko 650 stanica koje mjere oborine. Broj meteoroloških stanica je neujednačen, a najviše ih nedostaje u nepristupačnim područjima te je stoga naročito malo podataka o količinama i intenzitetu oborina u planinskim predjelima. Potreban broj kišomjernih stanica u prosjeku je jedna kišomjerna stanica na svakih 80 -100 km².

Kako dosta naših učenika živi u ruralnoj sredini i kod kuće imaju povrtnjake, znaju da je za uzgoj povrća izuzetno važna količina vlage u tlu, koja u tlo pretežito dopijeva putem oborine. Vлага u tlu je posebno važna u određenim razdobljima tijekom rasta, kako bi prinos i kvaliteta povrća bili što bolji. Došli smo do zaključka da bi svaki poljoprivrednik mogao napraviti vlastitu kišomjernu stanicu i pratiti količinu oborine na površini gdje uzgaja povrće. Mogao bi od priručnog metalnog materijala napraviti posudu za prikupljanje oborine (kišomjer), te pomoću naših uputa izračunati količinu oborine u mm/m². Ako uoči da količina oborine nije optimalna, može pristupiti natapanju povrtnarskih kultura. U literaturi smo pronašli podatke o potrebama povrća za vodom u kritičnom razvojnom razdoblju³.

Tablica 3. Potrebe povrtnarskih kultura za vodom ³

Table 3. Vegetable crops water requirements ³

KULTURA	POTREBA ZA VODOM	KRITIČNO RAZDOBLJE
Grah	25 do 35 mm tjedno u kritičnom razdoblju	Cvatnja i zametanje mahuna
Grašak	5 do 6 mm dnevno u kritičnom razdoblju; 375 mm tijekom uzgoja	Cvatnja, zametanje mahuna i nalijevanje zrna
Kupusnjače	350 do 500 mm	Formiranje cvata ili glavice
Mrkva	4 do 6 mm dnevno u kritičnom razdoblju	Rast i zadebljanje korijena
Krastavac	25 mm nakon sadnje; 200 do 250 mm tijekom uzgoja	Cvatnja i zametanje plodova; intenzivno plodonošenje
Tikvice	25 mm nakon sadnje; spriječiti isušivanje u kritičnom razdoblju	Cvatnja, zametanje i razvoj plodova
Patliđan	25 mm tjedno	Cvatnja, zametanje i razvoj plodova
Paprika	25 mm tjedno (ovisno o tipu tla)	Cvatnja, zametanje i razvoj plodova
Rajčica	25 mm tjedno (ovisno o tipu tla)	Cvatnja, zametanje i razvoj plodova
Salata	Spriječiti isušivanje profila tla	Klijanje(nicanje) i rast
Luk	4 do 5 mm dnevno u kritičnom razdoblju; 25 mm tjedno; 350 do 500 mm tijekom uzgoja	Formiranje i rast lukovice

Rezultate našeg istraživanja predstaviti ćemo na roditeljskim sastancima i na danu otvorenih vrata za Dan škole u svibnju te se nadamo da će oni pridonijeti boljoj kvaliteti povrća i većim prinosima u našim povrtnjacima.

5. Izvori:

1. Vernić E., Mikuličić B. Vježbe iz fizike. Zagreb: Školska knjiga, 2008.
2. <http://www.gimnazija-cetvrta-zg.skole.hr/upload/gimnazija-cetvrta-zg/multistatic/2/Upute%20za%20vjezbe-FIZIKA.doc> (17.1.2018)
3. doc. dr. sc. Božidar Benko. Gospodarski list - Potrebe povrća za vodom 2015. www.gospodarski.hr/Publication/2015/12/potrebe-povra-za-vodom/8263 (1.2.2018.)
4. Priručnik za GLOBE mjerenja - ATMOSFERA
5. <https://repozitorij.gfos.hr/islandora/object/gfos%3A313/datastream/PDF/view> (1.2.2018.)