

PRELIMINARNI REZULTATI MEĐUNARODNE USPOREDBE MJERENJA KRUTIH OBORINA

Preliminary results of the international comparison of solid precipitation measurements

JANJA MILKOVIĆ

Republički hidrometeorološki zavod, Zagreb

Primljeno 6. lipnja 1989, u konačnom obliku 18. srpnja 1989.

Sažetak: Naša zemlja sudjeluje u Međunarodnoj usporedbi mjerenja krutih oborina, koju je organizirala Svjetska meteorološka organizacija. Usporedba je počela 1. studenog 1986. i trajat će pet godina. Izloženi su ciljevi usporedbe i opisani potrebni instrumenti. Kišomjer koji služi kao etalon u ovoj usporedbi je kišomjer tipa Tretjakov u velikoj drvenoj dvostrukoj ogradi. Svi instrumenti postavljeni su na stanici Parg u Gorskom Kotaru. Preliminarni rezultati pokazuju da kišomjer tipa Hellmann bez zaštitnog obruča, dakle naš standardni tip kišomjera u mreži stanica, prikupi najmanju količinu oborine. Taj deficit u pojedinim mjesecima kreće se od 6 do 17.9% u odnosu na kišomjer u velikoj drvenoj dvostrukoj ogradi, odnosno od 2 do 5.8% u odnosu na isti tip kišomjera sa zaštitnim obručom tipa Tretjakov.

Ključne riječi: kišomjeri, sistematska pogreška u mjerenju oborine

Abstract: The World Meteorological Organization (WMO) initiated the Solid Precipitation Measurement Intercomparison and our country is participating in it. The Intercomparison began in November 1986 and it should last five years. A summary of the Intercomparison objectives and a description of the required instruments are given. The Tretyakov gauge in the centre of the Double Fence Intercomparison Reference (DFIR) is the reference gauge for this Intercomparison. All required instruments are installed at Parg, in the mountainous part of Croatia. The preliminary results indicate that the unshielded Hellmann gauge, the standard type of gauge used in Yugoslavia, catches the less amount of precipitation. This monthly deficit ranges from 6 to 17.9% in relation to the DFIR and from 2 to 5.8% in relation to the shielded Hellmann gauge (Tretyakov type of shield).

Key words: precipitation gauges, systematic error in precipitation measurement

1. UVOD

Pri svakom mjerenju javljaju se različite vrste pogreška koje utječu na rezultat mjerenja, a to je slučaj i kod mjerenja oborine. Osim slučajne pogreške, zbog načina na koji mjerimo oborinu (kišomjerom na nekoj visini iznad tla, oborina do termina mjerenja ostaje u kantici), javlja se i sistematska pogreška. Ona se očituje kao gubitak oborine koja se prikupi u kišomjeru u odnosu na količinu koja padne na okolno tlo. Da bi se eliminirao utjecaj te pogreške, dodaju se određene korekcije. Opći model prema kojem se određuje korigirana količina oborine (Sevruk, 1982) izgleda ovako:

$$P_K = KP_C = K (P_g + P_1 + P_2 + P_3 + P_4 - P_5) \pm P_f; \quad (1)$$

P_K je korigirana količina oborine, K je faktor korekcije zbog deformacije polja vjetera, P_C je količina oborine u kišomjeru, P_g je količina oborine izmjerene iz kišomjera. P_1 do P_5 su gubici redom zbog: vlaženja unutrašnjih stjenki lijevka, vlaženja kantic, isparavanja, isprskavanja i

gomilanja i izbacivanja snijega iz prijemnog dijela kišomjera, a P_f je slučajna pogreška. Utjecaj sistematske pogreške, koliko se sada zna, značajnije utječe na rezultat mjerenja od slučajne pogreške, i ovdje će biti isključivo riječi o sistematskoj pogrešci u mjerenju oborina.

Gore spomenute komponente sistematske pogreške, kao i njihovi pojedinačni iznosi, variraju ovisno o klimatskim uvjetima i osobinama pojedinih tipova kišomjera, od veoma malih do sasvim značajnih. Važno je istražiti i procijeniti za svako područje iznose tih komponenti i, ako je njihov utjecaj značajan, eliminirati ih.

Činjenica da u mjerenju oborine postoji pogreška poznata je u Evropi odavno, već od 17. stoljeća, od kada datiraju i pokušaji njezinog eliminiranja. Intenzivna i organizirana istraživanja pokrenuta su pedesetih godina ovog stoljeća i s manjim prekidima traju do današnjeg dana. O učinjenom najbolje govori podatak da Hamonova bibliografija, sa radovima posvećenim ovoj problematiki publicirana 1972. godine, sadrži preko 1600 referenci, a taj broj danas je nesumnjivo još i veći.

Odgovore na neka važna pitanja, vezana uz mjerenje tekućih oborina, dala je međunarodna usporedba provedena na 60 stanica u 22 zemlje širom svijeta, od 1972. do 1976, koju je organizirala Svjetska meteorološka organizacija (WMO). Podaci mjerenja iz ove usporedbe dostavljeni su WMO, obrađeni, analizirani i publicirani (Sevruk and Hamon, 1984; De Bruin, 1986). U radovima publiciranim posljednjih godina (Sevruk, 1982, 1986; Sevruk and Hamon, 1984; Milković, 1986) sažeto su prikazana najznačajnija dosadašnja istraživanja i rezultati, a preporučene su i neke metode korekcije oborinskih podataka mjerenih u jednoj točki u prostoru. Na rješavanju tog problema dosad je učinjeno mnogo, ali problem u cijelosti nije riješen. Ostao je i dalje neriješen znatno složeniji problem – problem mjerenja krutih oborina.

To je bio razlog da je Komisija za instrumente i metode mjerenja (Commission for Instruments and Methods of Observation – CIMO) na IX. sjednici razmatrala i potrebu rješavanja problema mjerenja krutih oborina i standardizaciju tih mjerenja. U vezi s tim usvojena je Preporuka 17, koja ukazuje na potrebu organiziranja međunarodne usporedbe mjernog pribora i metoda koje pojedine zemlje koriste u mjerenju krutih oborina. Sugerirano je da bi takva usporedba trebala trajati nekoliko godina i početi što prije.

U skladu s tom Preporukom WMO je 1985. obavijestila svoje članice da namjerava pokrenuti akciju pod nazivom: »Međunarodna usporedba mjerenja krutih oborina« i pozvala članice da sudjeluju u toj usporedbi.

Usporedba je počela 1. studenog 1986. na sjevernoj i 1. svibnja 1987. na južnoj hemisferi i trajat će pet godina.

Osnovni ciljevi usporedbe su:

Odrediti komponente sistematske pogreške zbog utjecaja vjetera, vlaženja stijenki kišomjera te isprskavanja i isparavanja iz standardnih tipova kišomjera pojedinih zemalja;

Odrediti standardne metode za korekciju podataka krutih oborina;

Uvesti referentne metode za kalibriranje bilo kojeg tipa kišomjera, uključujući i automatske kišomjere;

Prikupiti sve potrebne podatke za daljnje proučavanje i istraživanje.

Da bi se ostvarili ovi ciljevi i podaci bili međusobno usporedivi, točno je određeno koje uvjete mora zadovoljavati mjerno mjesto i koji su sve instrumenti potrebni za to. Određen je međunarodni etalon, kišomjer tipa Tretjakov u velikoj drvenoj dvostrukoj ogradi, prema kojem će se procjenjivati gubici drugih tipova instrumenata. Ovaj tip ograde i kišomjera pokazao je do sada najbolje rezultate i za njega postoje najduži nizovi podataka (Golubev, 1986). Uz to, usporedba je koncipirana tako da će se moći testirati svi dosad poznati načini i postupci u mjerenju i korigiranju krutih oborina. Članice su pozvane na istraživanje i predlaganje i novih načina i instrumenata za mjerenje.

Budući da su kod nas mjerenja oborine kišomjerima različitih konstrukcija započela još 1955. (Kirigin, 1959, 1972a, 1972b), odlučeno je da se i naša zemlja uključi u ovu akciju WMO. Svi potrebni instrumenti postavljeni su na meteorološkoj stanici Parg (863 m) u Gorskom Kotaru.

Ovdje će biti prikazani i analizirani preliminarni rezultati mjerenja krutih oborina kod nas.

2. MJERNO MJESTO

Meteorološka stanica Parg nalazi se u brdovitom predjelu Gorskog Kotara. Smještena je na vrhu brdašca Jerperk, iznad malog sela Parg (selo ima petnaestak kuća). Teren oko stanice dosta strmo spušta se u svim smjerovima. Nešto blaži pad je u smjeru NNW prema selu Parg. Teren oko stanice okružen je zaobljenim brdima, na udaljenosti od oko 10 km, i ispresijecan kraškim udolinama. U smjeru zapada lagano se uzdiže gorje koje za oko 400 m nadvisuje i štiti stanicu. Zemljište je obraslo miješanom crnogoričnom i bjelogoričnom šumom, i ispresijecano livadama, koje su pretežno na zaravancima i blažim padinama.

Godišnji hod oborine pokazuje da se maksimum oborine javlja u hladnom dijelu godine (listopad – prosinac), najčešće u studenom. U periodu listopad – travanj, koji se analizira u ovom radu, padne 60.3% godišnje količine oborine. Oko 23% godišnje količine je u obliku snijega. U prosjeku, može se zimi očekivati 29 dana sa snježnim pokrivačem većim ili jednakim 30 cm. Maksimalna visina snježnog pokrivača dosad zabilježena na Pargu je 156 cm, i nije dosad bilo zima bez snijega.

Najčešći smjerovi vjetera pušu iz sektora SE – S. Potpuno ista situacija je u hladnom i u toplom dijelu godine.

3. INSTRUMENTI I MJERENJE OBORINE

Za ostvarivanje postavljenih ciljeva u ovoj usporedbi, potrebni su i odgovarajući instrumenti. Uz standardne instrumente koji su propisani za glavnu stanicu potrebni su i dodatni instrumenti za mjerenje oborine i vjetera.

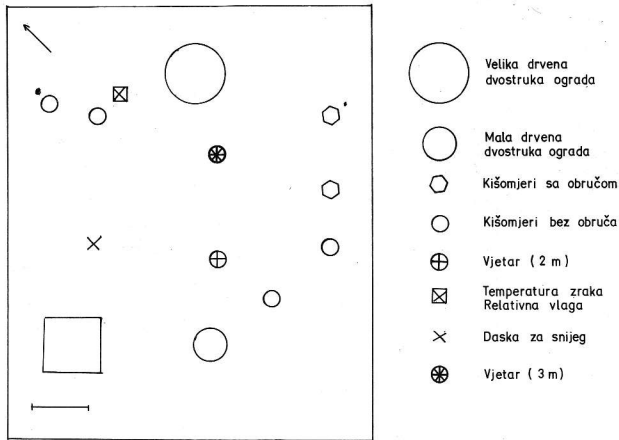
3.1. Instrumenti za mjerenje oborine

Kišomjeri postavljeni za ovu usporedbu, kao i visina zjala iznad površine zemlje (broj u zagradi), označeni su kako slijedi (slika 1):

- 1 Kišomjer tipa Hellmann bez obruča (2 m)
- 2 Kišomjer tipa Hellmann sa zaštitnim obručom tipa Tretjakov (2 m)
- 3 Kišomjer tipa Tretjakov sa pripadajućim tipom obruča (2 m)
- 4 Kišomjer tipa Tretjakov sa pripadajućim obručom u dvostrukoj velikoj drvenoj ogradi (3 m)
- 5 Kišomjer tipa Hellmann bez obruča u dvostrukoj maloj drvenoj ogradi (2 m)
- 6 Kišomjer tipa Hellmann bez obruča (2.25 m)
- 7 Kišomjer tipa Hellmann bez obruča (2.66 m)

Pet osnovnih kišomjera za ovu usporedbu, od 1 do 5, prema instrukcijama Organizacionog komiteta WMO, postavljeni su u dva reda približno okomito na prevladavajući smjer vjetera na stanici. U prvom redu su kišomjeri sa i bez zaštitnih obruča (udaljenost između 2 kišomjera je 10 m). U drugom redu, pomaknutom za 15 m niz struju vjetera, su kišomjeri u drvenim ogradama (udaljenost među njima je oko 40 m).

Mjerenja na Pargu počela su 1. siječnja 1987, kada je bilo montirano pet kišomjera (kišomjeri od broja 1 do 5). Mjerenja kišomjerima 6 i 7 počela su 1. siječnja 1988. Ova dva dodatna kišomjera postavljena su na zahtjev Međunarodnog organizacionog komiteta da bi se procjenila homogenost mjernog mjesta.



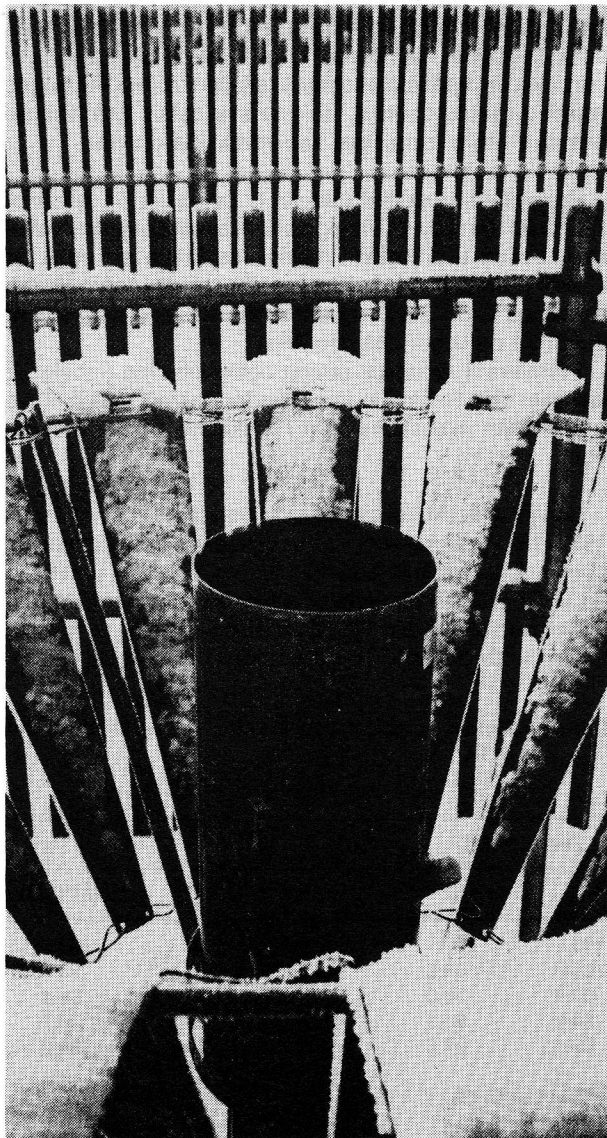
Sl. 1. Položaj kišomjera i ostalih instrumenata na Pargu

Fig. 1. Location of gauges and other instruments at Parg



Sl. 2. Velika drvena dvostruka ograda na Pargu

Fig. 2. Double Fence Intercomparison Reference (DFIR) at Parg



Sl. 3. Kišomjer tipa Tretjakov u sredini velike dvostruke ograde

Fig. 3. Tretjakov gauge in the middle of the DFIR

3.1.1. Kišomjer tipa Hellmann

Kišomjer tipa Hellmann, bez zaštite od vjetra koristi se kao standardni kišomjer za mjerenje oborine u Jugoslaviji. Visina prijemnog dijela kišomjera je 1 m iznad zemlje, osim u planinskim područjima gdje je 2 m.

Površina prijemnog dijela je 200 cm². Ovaj tip kišomjera u upotrebi je tokom cijele godine za mjerenje tekućih i krutih oborina.

3.1.2. Kišomjer tipa Tretjakov

Ovaj tip kišomjera opremljen je zaštitnim obručom (slika 3), a površina prijemnog dijela je 200 cm². Unutar kišomjera je lijevak koji služi za smanjenje isparavanja iz kišomjera tokom ljeta. U hladnom dijelu godina kada se očekuju krute oborine lijevak se vadi.

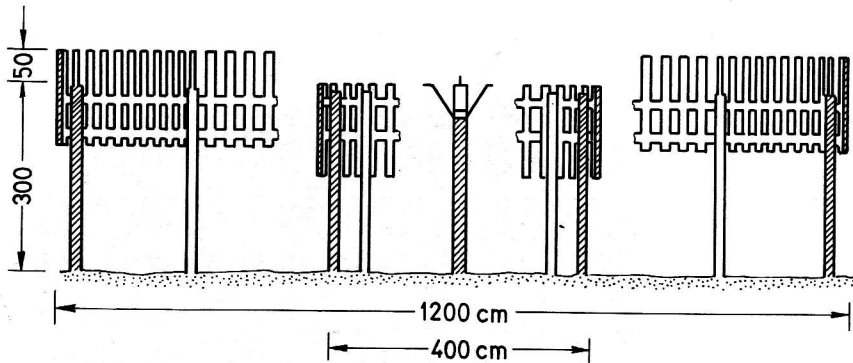
3.1.3. Dvostruke drvene ograde

Montirane su dvije dvostruke drvene ograde. Jedna je velika dvostruka drvena ograda (slika 2) konstruirana prema uputama Organizacionog komiteta s kišomjerom tipa Tretjakov u sredini (slika 3). Presjek i tlocrt prikazani su na slici 4.

Druga dvostruka ograda je manja i niža od prve, no istog tipa. To je također osmerostrana uspravna dvostruka ograda upisana u krugove. Vanjska ograda upisana je u krug promjera 600 cm, a unutrašnja u krug promjera 300 cm. Vanjska ograda visoka je 250 cm, a unutrašnja 200 cm. Ograde su napravljene od drvenih letvica visine 150, i širine 5 cm i to na takav način, da je razmak među letvicama isti kao i širina letvica (5 cm). Udaljenost donjeg ruba vanjske ograde od tla je 100, a unutrašnjeg 50 cm. Kišomjer tipa Hellmann, bez obruča, postavljen je u sredini unutrašnje ograde na visini od 200 cm iznad zemlje.

3.2. Mjerenje vjetra

Mjerenje vjetra predviđeno je na tri mjesta i na tri različite visine (slika 1). Elektronski anemograf sa dva sen-



Sl. 4. Presjek i tlocrt velike drvene dvostruke ograde

Fig. 4. Cross-section and ground-plan of the DFIR

zora bilježi smjer i brzinu vjetrova na krovu kuće (12 m) i na dva metra iznad tla. Mehanički anemometar, na principu prijednog puta, daje podatke o srednjoj dnevnoj brzini vjetrova na visini 3 m iznad tla. Nažalost zbog velikog broja problema, od zaleđivanja do udara groma, podaci o vjetru za ovaj period nisu kompletni.

3.3. Vrijeme i učestalost mjerenja

Sva mjerenja na stanici provode se prema programu rada stanice, dok se oborina za potrebe ove usporedbe iz svih dosad nabrojanih kišomjera mjeri dva puta na dan i to u 06 i 18 GMT. U to vrijeme mjeri se i visina ukupnog i novog snježnog pokrivača.

4. REZULTATI

Mjerenja oborine na Pargu specijalnim kišomjerima počela su 1. 1. 1987. sa pet različitih kišomjera (slika 1). Analizirani su prvi rezultati mjerenja za razdoblje od I. do IV. mjeseca 1987. i zimu 1987/88. (X/87 do IV/88). Deficit pojedinih tipova kišomjera (%) u odnosu na veliku dvostruku ogradu, po mjesecima, je u tabeli 1, a udio pojedinih tipova oborina u mjesečnoj količini (%) u tabeli

2. Podjela na krute, tekuće i mješovite oborine radena je prema uputama WMO za ovu usporedbu. Oznaka tekuća oborina znači, u tabelama i u daljnjem tekstu, da su tu uključene samo one dnevne količine kad je cijeli dan isključivo padala oborina u tekućem obliku. Analogno vrijedi za krutu oborinu, dok su sve ostale kombinacije ova dva oblika označene kao mješovite oborine.

Preliminarni rezultati (tabela 1) pokazuju da kišomjer tipa Hellmann bez zaštitnog obruča prikupi najmanje oborine. Deficit u pojedinim mjesecima kreće se od 6 do 17.9% u odnosu na dvostruku veliku drvenu ogradu, odnosno od 2 do 5.8% u odnosu na isti tip kišomjera sa zaštitnim obručom tipa Tretjakov.

Promatra li se deficit prema obliku oborine (tabela 3), kišomjer tipa Hellmann ima također najveći deficit, kako u pojedinim mjesecima tako i u ukupno prikupljenoj količini.

Uočljiv je veliki deficit tekućih oborina u I. i III. mjesecu 1987. No to su mjeseci kad je mjesečna količina tekućih oborina bila manja ili jednaka 0.6 mm. To samo potvrđuje da je deficit oborine slabijeg intenziteta veći, a jedan od glavnih uzroka je što vjetar značajnije utječe na točnost mjerenja tih oborina. To se naročito može uočiti (tabele

Tabela 1. Deficit mjesečnih količina oborine (%) u odnosu na veliku dvostruku ogradu

Table 1. Monthly precipitation deficit (%) in relation to the DFIR

ZIMA 1986/87.								
	X	XI	XII	I	II	III	IV	SREDNJAK
VELIKA OGRADA				100	100	100	100	100
TRETJAKOV				103.3	96.5	101.8	95.5	99.3
HELLMANN S OBRUČOM				91.7	96.9	94.9	94.3	94.4
HELLMANN				84.9	94.0	91.9	92.2	90.7
MALA OGRADA				93.1	97.6	97.8	96.3	96.2
ZIMA 1987/88.								
VELIKA OGRADA	100	100	100	100	100	100	100	100
TRETJAKOV	96.6	96.8	92.1	95.7	95.8	94.9	94.7	95.2
HELLMANN S OBRUČOM	94.6	95.0	87.9	94.9	95.3	94.6	94.1	93.8
HELLMANN	92.0	93.3	82.1	92.7	92.9	90.9	90.8	90.7
MALA OGRADA	97.2	97.7	95.2	97.5	97.0	95.5	96.3	96.6

Tabela 2. Udio pojedinih oblika oborine u mjesečnim količinama (%)

Table 2. Percentage of different types of precipitation in monthly precipitation amount

ZIMA 1986/87.							
	X	XI	XII	I	II	III	IV
KRUTE				84.7	50.2	14.4	5.7
TEKUĆE				0.3	39.1	0.5	84.5
MJEŠOVITE				15.0	10.7	85.1	9.8
ZIMA 1987/88.							
KRUTE	0	1.9	38.3	1.6	37.9	29.5	6.5
TEKUĆE	100	49.5	52.8	70.6	16.5	23.7	93.5
MJEŠOVITE	0	48.6	8.9	27.8	45.6	46.8	0

Tabela 3. Deficit krutih, tekućih i mješovitih oborina (%) u odnosu na veliku ogradu

Table 3. Deficit of solid, liquid and mixed precipitation (%) in relation to the DFIR

ZIMA 1986/87.								
	X	XI	XII	I	II	III	IV	SREDNJAK
KRUTE OBORINE								
VELIKA OGRADA				100	100	100	100	100
TRETJAKOV				104.2	97.7	87.5	91.7	95.3
HELLMAN S OBRUČOM				91.0	97.8	88.1	88.3	91.3
HELLMANN				84.2	94.8	75.6	83.3	84.5
MALA OGRADA				93.1	98.9	95.2	95.0	95.5
TEKUĆE OBORINE								
VELIKA OGRADA				100	100	100	100	100
TRETJAKOV				120.0	96.1	83.3	95.8	98.8
HELLMANN S OBRUČOM				60.0	96.8	66.7	94.7	79.5
HELLMANN				60.0	94.2	66.7	92.9	78.4
MALA OGRADA				80.0	96.1	83.3	96.2	88.9
MJEŠOVITE OBORINE								
VELIKA OGRADA				100	100	100	100	100
TRETJAKOV				98.4	92.3	97.3	95.1	95.8
HELLMANN S OBRUČOM				96.7	93.5	96.3	94.2	95.2
HELLMANN				89.4	89.3	94.9	91.3	91.2
MALA OGRADA				93.9	97.0	98.3	98.0	96.8
ZIMA 1987/88.								
KRUTE OBORINE								
VELIKA OGRADA	0	100	100	100	100	100	100	100
TRETJAKOV	0	89.0	91.7	87.9	94.6	95.1	88.4	91.1
HELLMAN S OBRUČOM	0	80.5	86.9	78.8	94.2	93.2	85.5	96.5
HELLMANN	0	76.8	82.1	75.8	92.0	91.3	85.5	83.9
MALA OGRADA	0	92.7	95.2	84.8	96.5	96.4	91.3	92.8
TEKUĆE OBORINE								
VELIKA OGRADA	100	100	100	100	100	100	100	100
TRETJAKOV	96.6	96.6	93.0	96.1	95.2	93.1	95.1	95.1
HELLMANN S OBRUČOM	94.6	94.4	89.5	95.5	96.3	92.3	94.7	93.9
HELLMANN	92.0	92.5	84.0	93.5	90.7	85.9	91.2	90.0
MALA OGRADA	97.2	97.4	95.5	97.8	94.7	89.1	96.6	95.5
MJEŠOVITE OBORINE								
VELIKA OGRADA	0	100	100	100	100	100	100	100
TRETJAKOV	0	97.4	88.2	95.2	97.1	95.7	0	94.7
HELLMANN S OBRUČOM	0	96.2	82.4	94.5	95.8	96.5	0	93.1
HELLMANN	0	94.8	70.6	91.6	94.4	93.3	0	88.9
MALA OGRADA	0	98.1	94.1	97.5	98.3	98.2	0	97.2

4 i 5) ako se promatra deficit mjesečnih količina oborina za dane kad je dnevna količina u velikoj ogradi bila manja od 3.0 mm (tabela 4) i veća ili jednaka 3.0 mm (tabela 5).

5. ZAKLJUČAK

Kišomjer tipa Hellmann bez zaštitnog obruča, dakle standardni tip kišomjera u našoj mreži stanica, prikupi najmanju količinu oborine u većini razmatranih slučajeva. Meteorološka stanica na Pargu ima takav položaj da nije izložena jakim vjetrovima, a to potvrđuju i raspoloživi podaci vjetra mjereni tokom ove usporedbe (srednja mjesečna brzina vjetra na 11.2 m kretala se od 3.1 do 4.9 m/s, a na 2 m od 0.9 do 1.6 m/s). To znači da na stanicama koje su manje zaštićene, sasvim opravdano možemo očekivati veće deficite. Ako bi se na postojeći tip

kišomjera montirano zaštitni obruč protiv vjetra, rezultati bi već bili bolji. O toj soluciji bi ozbiljno trebalo početi razmišljati, tim prije što je slično rješenje već predloženo na temelju naših istraživanja (Kirigin, 1972a i 1972b).

LITERATURA

- De Bruin, H. A. R., 1098: Results of the International Comparison of National Rain Gauge with a Reference Pit Gauge Part A: Basic Stations, International Workshop on the Correction of Precipitation Measurements, Zürcher Geographische Schriften No. 23, 97-100.
- Golubev, V. S., 1986: On the Problem of Standard Conditions for Precipitation Gauge Installation, International Workshop on the Correction of Precipitation Measurements, Zürcher Geographische Schriften No. 23, 57-60.

Tabela 4. Deficit krutih, tekućih i mješovitih oborina (%) – dnevna količina u velikoj ogradi < 3.0 mm

Table 4. Deficit of solid, liquid and mixed precipitation (%) – daily amount in the DFIR < 3.0 mm

		ZIMA 1986/87.						
		X	XI	XII	I	II	III	IV SREDNJAK
		KRUTE OBORINE						
VELIKA OGRADA					100	100	100	100
TRETJAKOV					94.9	100	82.2	92.8
HELLMAN S OBRUČOM					86.1	93.8	83.2	78.6
HELLMANN					86.1	84.4	70.3	71.4
MALA OGRADA					94.9	93.8	93.1	92.8
		TEKUĆE OBORINE						
VELIKA OGRADA					100	0	100	100
TRETJAKOV					120.0	0	83.3	92.2
HELLMANN S OBRUČOM					60.0	0	66.7	82.8
HELLMANN					60.0	0	66.7	78.1
MALA OGRADA					80.0	0	83.3	90.6
		MJEŠOVITE OBORINE						
VELIKA OGRADA					100	0	100	100
TRETJAKOV					50.0	0	66.7	0
HELLMANN S OBRUČOM					100	0	66.7	0
HELLMANN					100	0	33.3	0
MALA OGRADA					0	0	66.7	0
		ZIMA 1987/88.						
		KRUTE OBORINE						
VELIKA OGRADA	0	100	100	0	100	100	100	100
TRETJAKOV	0	87.0	90.9	0	85.0	76.9	84.0	84.8
HELLMAN S OBRUČOM	0	78.3	90.9	0	86.7	69.2	80.0	81.0
HELLMANN	0	78.3	86.4	0	76.7	69.2	84.0	78.9
MALA OGRADA	0	82.6	100	0	90.0	84.6	88.0	89.0
		TEKUĆE OBORINE						
VELIKA OGRADA	100	100	100	100	100	100	100	100
TRETJAKOV	84.8	82.1	80.0	79.5	86.7	75.0	85.2	81.9
HELLMANN S OBRUČOM	81.8	78.6	70.0	74.7	80.0	84.4	81.5	78.7
HELLMANN	72.7	67.9	65.0	72.3	76.7	68.8	77.8	71.6
MALA OGRADA	93.9	92.9	85.0	85.5	90.0	84.4	100	90.2
		MJEŠOVITE OBORINE						
VELIKA OGRADA	0	100	100	0	0	100	0	100
TRETJAKOV	0	70.0	88.2	0	0	83.8	0	80.7
HELLMANN S OBRUČOM	0	60.0	82.3	0	0	97.3	0	79.9
HELLMANN	0	50.0	70.6	0	0	86.5	0	69.0
MALA OGRADA	0	90.0	94.1	0	0	102.7	0	95.6

Table 5. Deficit krutih, tekućih i mješovitih oborina (%) – dnevna količina u velikoj ogradi ≥ 3.0 mmTable 5. Deficit of solid, liquid and mixed precipitation (%) – daily amount in the DFIR ≥ 3.0 mm

	ZIMA 1986/87.							
	X	XI	XII	I	II	III	IV	SREDNJAK
	KRUTE OBORINE							
VELIKA OGRADA				100	100	100	100	100
TRETJAKOV				104.7	97.6	95.5	91.3	97.2
HELLMAN S OBRUČOM				91.3	98.0	95.5	91.3	94.0
HELLMANN				84.1	95.3	83.4	87.0	87.4
MALA OGRADA				93.0	99.1	98.5	95.7	96.6
	TEKUĆE OBORINE							
VELIKA OGRADA				0	100	0	100	100
TRETJAKOV				0	96.1	0	96.2	96.2
HELLMANN S OBRUČOM				0	96.8	0	95.2	96.0
HELLMANN				0	94.2	0	93.7	94.0
MALA OGRADA				0	96.1	0	96.4	96.3
	MJEŠOVITE OBORINE							
VELIKA OGRADA				100	100	100	100	100
TRETJAKOV				98.8	92.3	97.3	95.1	95.9
HELLMANN S OBRUČOM				96.7	93.5	96.5	94.2	95.2
HELLMANN				89.3	89.3	95.2	91.3	91.3
MALA OGRADA				94.7	97.0	98.5	98.0	97.0
	ZIMA 1987/88.							
	KRUTE OBORINE							
VELIKA OGRADA	0	100	100	100	100	100	100	100
TRETJAKOV	0	89.8	91.9	87.9	95.4	95.9	90.9	92.0
HELLMAN S OBRUČOM	0	81.4	86.2	78.8	94.7	94.3	88.6	87.3
HELLMANN	0	76.3	81.3	75.8	93.1	92.2	86.4	84.2
MALA OGRADA	0	96.6	94.3	84.8	97.0	97.0	93.2	93.8
	TEKUĆE OBORINE							
VELIKA OGRADA	100	100	100	100	100	100	100	100
TRETJAKOV	96.9	96.8	94.4	97.1	95.9	95.8	95.7	96.1
HELLMANN S OBRUČOM	95.0	94.6	91.7	96.8	97.7	93.5	95.5	95.0
HELLMANN	92.6	92.8	86.1	94.8	91.9	88.4	92.0	91.2
MALA OGRADA	97.3	97.5	96.7	98.5	95.1	89.8	96.5	95.9
	MJEŠOVITE OBORINE							
VELIKA OGRADA	0	100	0	100	100	100	0	100
TRETJAKOV	0	97.5	0	95.2	95.2	97.1	0	96.6
HELLMANN S OBRUČOM	0	96.3	0	94.5	95.8	96.5	0	95.8
HELLMANN	0	95.0	0	91.6	94.4	93.8	0	93.7
MALA OGRADA	0	98.1	0	97.5	98.3	97.8	0	97.9

Kirigin, B., 1959: Doprinos problemu mjerenja oborine u planinskim predjelima, Rasprave i prikazi Hidrometeorološkog zavoda NR Hrvatske, br. 4, 41–52.

Kirigin, B., 1972a: A Contribution to the Problem of Precipitation Measurements in Mountainous Areas, Distribution of Precipitation in Mountainous Areas, Geilo Symposium Norway. WMO No. 326. Vol. 2, 1–12.

Kirigin, B., 1972b: O mjerenju oborine u planinskim predjelima SR Hrvatske, VII savjetovanje klimatologa Jugoslavije – Budva 1969, SHMZ Beograd, 329–354.

Milković, J., 1986: Sistematska pogreška u mjerenju oborine, Rasprave, 21, 77–91.

Sevruc, B., 1982: Methods of correction for systematic error in point precipitation measurement for operational use, WMO Operational Hydrol. Rep. 21, No. 589, 91 pp.

Sevruc, B. i W. R. Hamon, 1984: International Comparison of National Precipitations Gauges with a Reference Pit Gauge. WMO Instruments and Observing Methods Rep. No. 17, 177 pp.

Sevruc, B., 1986: Correction of Precipitation Measurements: Swiss Experience, International Workshop on the Correction of Precipitation Measurements, Zürcher Geographische Schriften No. 23, 187–196.

SUMMARY

In 1986, WMO initiated an international comparison of national instruments and methods for measuring solid precipitation in current use. Yugoslavia is participating in this experiment. All required instruments are installed at Parg, in a mountainous area.

The Intercomparison is designed to determine the main components of systematic error in measurement as well as to derive standard methods for correcting solid precipitation measurements. The reference gauge is the Tre-

tyakov gauge shielded by a vertical double fence around it (DFIR – Fig. 2, 3 and 4).

Besides the DFIR the following gauges have also been installed:

- A small double fence. This is also an octagonal vertical double fence but smaller and lower than the DFIR. The unshielded Hellmann gauge is placed inside it;
- Tretyakov gauge with the corresponding wind shield;
- Hellmann gauge with Tretyakov wind shield;
- Hellmann gauge without wind shield.

The receiving surface of all gauges, except that in the DFIR, are 2 m above the ground.

The unshielded Hellmann gauge is the standard gauge used in Yugoslavia. This gauge will be compared over a five year period with the mentioned snow gauges to determine the systematic error in national methods of solid precipitation measurements. Some preliminary results are given, but no conclusions have yet been made. Initial measurements confirm the well known fact that the unshielded gauges catch less precipitation than the shielded ones. The monthly deficit of the unshielded Hellmann gauge ranges from 6 to 17.9 % in relation to the DFIR and from 2 to 5.8 % in relation to the shielded Hellmann gauge.