

## NADGLEDANJE MIKROKLIMATSKIH PARAMETARA I REGULISANJE ŽIVOTNIH USLOVA NA FARMI MONITORING OF MICROCLIMATIC PARAMETERS AND REGULATION OF LIVING CONDITION ON FARMS

Marković D.<sup>1</sup>, Rakonjac S.<sup>1</sup>, Koprivica R.<sup>1</sup>, Pešović U.<sup>2</sup>, Randić S.<sup>2</sup>

### REZIME

*Slabo naseljena područja sa netaknutom prirodom predstavljaju pogodne sredine za farme na kojima bi se proizvodili kvalitetni i zdravstveno bezbedni poljoprivredni proizvodi. Jedna takva farma omogućavala bi uzgoj živine uz podršku savremenog sistema za nadgledanje životnih uslova. U ovom radu je predstavljen koncept sistema koji bi omogućio nadgledanje klimatskih parametara na farmi i automatizovao kontrolu uslova u životnom okruženju kako bi optimalni uslovi na farmi bili obezbeđeni bez stalnog prisustva čoveka. Sistem bi se napajao pomoću solarne energije i imao bi mogućnost slanja podataka na udaljeni računar za dalju analizu.*

**Ključne reči:** klimatskih parametari, nadgledanje, farma, bežični prenos.

### SUMMARY

*Sparsely populated areas with untouched nature represent favorable environments for the farms in which healthy agricultural products would be produced. These farms can be used for poultry farming with the support of a modern system for monitoring living conditions. This paper presents the concept of a system that would allow monitoring of climate parameters on the farm and automate the controlling of conditions in the inside environment in order to optimize the conditions on the farm without need for constant man presence. The system would be powered with solar energy and would have the ability to send data to remote computer for further analysis.*

**Key words:** climate parameters, monitoring, farm, wireless transmission.

### UVOD

U konvencionalnoj proizvodnji konzumnih jaja uticaj faktora spoljne sredine na proizvodnju je veoma mali, ili ga uopšte nema, jer su svi parametri koji mogu uticati na uspešnost proizvodnje (ishrana, temperatura, vlažnost, svetlosni režim) pod kontrolom odgajivača (Rakonjac et al., 2013). Međutim, poslednjih nekoliko decenija u živinarskoj proizvodnji se ubrzano uvode novi

<sup>1</sup> Dušan Marković, Simeon Rakonjac, Ranko Koprivica, Agronomski fakultet u Čačku, Univerzitet u Kragujevcu, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Srbija, e-mail: dusan.markovic@kg.ac.rs, simeonr@kg.ac.rs, ranko@kg.ac.rs,

<sup>2</sup> Uroš Pešović, Siniša Randić, Fakultet tehničkih nauka u Čačku, Univerzitet u Kragujevcu, Svetog Save 65, 32000 Čačak, Srbija, e-mail: uros.pesovic@ftn.kg.ac.rs, sinisa.randjic@ftn.kg.ac.rs.

sistemi gajenja koka nosilja koji su osmišljeni da bi uravnotežili zdravlje i dobrobit živine sa potrebama potrošača, proizvođača, industrije i životne sredine (Matković et al., 2007). Većina ovih sistema gajenja podrazumeva korišćenje ispusta, zahvaljujući kojem jedinke borave u prirodnom okruženju, na čistom vazduhu, izložene uticaju prirodnih klimatskih faktora, koristeći hranu koju tu pronalaze (Rakonjac et al., 2014). Pojedine zemlje značajan procenat jaja za konzum već dobijaju iz ovih alternativnih sistema gajenja. Npr. u Švajcarskoj čak 80% jata koka nosilja ima pristup ispustu (Matković et al., 2007), a Hegelund et al. (2006) navode da su čak 23% jaja u Danskoj koja dospeju na tržište poreklom od kokoši koje imaju pristup ispustu. U SAD-u od 90-ih godina 20. veka tržište organskih konzumnih jaja beleži godišnji rast od 20% i to je grana organske poljoprivrede koja se najbrže razvija (Oberholtzer et al., 2006), dok Hilmire et al. (2012) navode da već 15% potrošača u SAD-u kupuje organska jaja. Od Evropskih zemalja, najveće tržište organskih proizvoda je u Italiji, pa u Španiji (Mesias et al., 2011).

Da bi se u alternativnim sistemima gajenja koka nosilja ostvario maksimum u proizvodnji potrebno je obezediti da boravak jedinki napolju bude za vreme što povoljnijih vremenskih uslova. Pod tim nepovoljnim uticajima se podrazumeva niža i viša temperatura od preporučene, kao i visoka vlažnost vazduha ili padavine. Da bi se obezbedilo pravovremeno ispuštanje živine na ispust u situaciji kada im parametri okruženja pogoduju, i da bi se obezbedili optimalni uslovi u objektu, potrebno je poznavati klimatske parametre kako napolju tako i unutar objekta. U tu svrhu u ovom radu je prikazan koncept sistema koji bi prikupljao klimatske parametre i mogao da kontroliše uslove u objektu i na osnovu spoljnih uslova upravlja ispuštanjem živine napolje. Sistem bi prikupljao vrednosti temperature, relativne vlažnosti vazduha i prirodne osvetljenosti i na osnovu toga bi se donosile odluke kada otvoriti vrata i pustiti živinu na ispust. Unutar objekta bi se pratili isti parametri uz dodatak senzora za koncentraciju amonijaka i ugljen dioksida. U slučaju kritičnih vrednosti uključivali bi se ventilatori koji bi menjali vazduh. Pored toga, kontrolisala bi se dužina i intenzitet osvetljenja u objektu, da bi ukupna dužina svetlosnog dana bila po preporuci za gajenje određenog hibrida ili rase koka nosilja.

Pošto se uzgoj živine u sistemima gajenja sa ispustom obično sprovodi u ruralnim sredinama, sa često neodgovarajućom infrastrukturom, nije uvek moguće izvršiti priključenje na elektromrežu. Predstavljeni sistem bi se zasnivao na nezavisnom napajanju preko solarnih panela.

## UTICAJ ŽIVOTNIH USLOVA NA PRIRODNI UZGOJ ŽIVINE

Može se reći da je živina više nego bilo koja druga vrsta domaćih životinja zavisna od klimatskih faktora i uspeh u proizvodnji konzumnih jaja u mnogome zavisi od mogućnosti njihovog kontrolisanja. Mogućnost potpune kontrole ovih parametara je jedan od bitnijih razloga zbog čega se intenzivna živinarska proizvodnja obavlja isključivo u objektima.

U odnosu na krupne domaće životinje živina ima skoro dvostruko brži metabolizam, tako da su dobro provetranje i izmena vazduha neophodan preduslov za kvalitetnu i rentabilnu proizvodnju. Osim toga, povećani nivoi amonijaka i ugljen dioksida mogu negativno uticati i na zdravstveno stanje nosilja. Jako je bitno da ventilacija objekata bude automatska, bešumna, i da ventilatori mogu obezbediti 6-8 m<sup>3</sup> vazduha na čas po svakom kilogramu žive mase nosilja. U sistemima gajenja koka nosilja koji podrazumevaju korišćenje ispusta, vrata su otvorena tokom celog dana, tako da jedinke mogu nesmetano da ulaze i izlaze u objekta. Izmjena vazduha može da predstavlja problem samo u onim danima kada se usled loših vremenskih prilika nosilje ne puštaju napolje na čist vazduh. Tada je neophodno da se kontroliše kvalitet vazduha u objektu jer njegov neadekvatan sastav i vlažnost mogu dovesti do velikih problema

u proizvodnji.

Osvetljenje objekata predstavlja značajan proizvodni faktor, jer utiče na metabolizam, hormonalnu aktivost, plodnost i zdravstveno stanje koka nosilja. Glavni uticaj svetlosti se ispoljava u tome što ona preko očnog nerva stimuliše rad hipofize, tako da ova luči gonadostimuline, koji stimulišu vreme polnog sazrevanja i rada jajnika na veću proizvodnju jaja (Bogosavljević-Bošković i Mitrović, 2005). Svi vodeći proizvođači linijskih hibrida imaju svoje preporuke za režim osvetljenja u toku proizvodnje i on obično iznosi 14-16 časova u toku dana. Pravilo je da se posle ponošnja dužina svetlosnog dana nikada ne sme skraćivati. U objektima gde se nosilje gaje na konvencionalan način ovo ne predstavlja problem, jer se oni obično i grade bez prozora, a dužina svetlosnog dana se automatski reguliše. Međutim, kod sistema gajenja sa ispuštom, koke dobar deo dana provode na prirodnom svetlu, a veštačko osvetljenje predstavlja samo dopunu prirodnom, da bi dužina svetlosnog dana ostala na preporučenih 14-16 časova. Iz tog razloga jako je bitno na vreme uključivati i isključivati osvetljenje u objektu, a sve u zavisnosti od trajanja prirodne dužine dana u određenom periodu godine.

Temperatura je ključan parametar u proizvodnji jaja za konzum, jer se svako veće odstupanje od optimalne temperature (koja iznosi oko  $20 \pm 5$  °C) negativno odražava na proizvodnju i kvalitet jaja. Već na temperaturi od 26°C intenzitet nosivosti se smanjuje, a temperature preko 35°C drastično utiču na smanjenje nosivosti i pad kvaliteta jaja. I niske temperature (ispod 15 °C) se negativno odražavaju na proizvodnju, povećava se utrošak hrane a smanjuje nosivost i kvalitet jaja. Kod proizvodnje jaja u sistemima gajenja na ispuštu (klasični free range, organski...) koke najveći deo dana provode napolju pa je temperaturu nemoguće kontrolisati. U ovom slučaju, najbolje je kontrolisati vreme jutarnjeg ispuštanja koka nosilja u hladnom periodu godine, dok spoljašnja temperatura ne dostigne određeni nivo, da bi se izbegli negativni efekti niskih jutarnjih temperatura na proizvodnju. Naravno, u slučaju jako niskih dnevnih temperatura, kiše i snega koke bi najbolje bilo i ne puštati napolje tokom celog dana. Što se tiče toplog perioda godine, koke bi bilo bolje ispuštati u ranim jutarnjim časovima, dok temperatura ne dostigne kritično visok nivo. Tada bi bilo dobro da se uključe ventilatori koji bi rashladili unutrašnjost objekta gde bi jedinke provele najtopliji period dana sklonjene od direktnog sunčevog zračenja.

### KONCEPT KONTROLNOG SISTEMA

Kontrolni sistem za neposredno prikupljanje podataka sa senzora i davanje kontrolnih funkcija uređajima za prilagođavanje uslova u objektu može biti baziran na jednom mikrokontrolerskom sistemu. U tu svrhu za razvoj prototipa sistema predviđena je razvojna pločica Aurdino Uno. Aurdino Uno predstavlja pločicu baziranu na mikrokontroleru ATmega328. Sadrži 14 digitalnih ulaza/izlaza, 6 analognih ulaza, kao i mogućnost USB konekcije. Može se povezati i napajati direktno sa računarnom preko USB kabla, ali isto tako može se napajati sa jednosmernim naponom iz adaptera ili uz pomoć baterije. Preporučeno napajanje uređaja iz eksternog izvora trebalo bi da se kreće u opsegu od 7 do 12 V. Postojećih 14 digitalnih priključaka mogu da se koriste bilo za ulaz ili izlaz podataka i oni rade sa naponom od 5 V. Pored toga određeni pinovi imaju posebnu namenu kao što su Rx i Tx za serijski prenos podataka (Arduino Uno, 2014).

Osnovna uloga arduino modula pored upravljanja drugim uređajima radi kontrolisanja uslova jeste i funkcija prikupljanja podataka. Da bi se prikupili svi neophodni podaci iz neposrednog životnog okruženja potrebno je implementirati različite tipove senzora. Arduino proizvod je upravo odabran zbog velikog izbora senzora koji postoje za ovaj tip modula. U okviru postojeće problematike proizvodnje na farmi od posebnog značaja jeste senzor za merenje

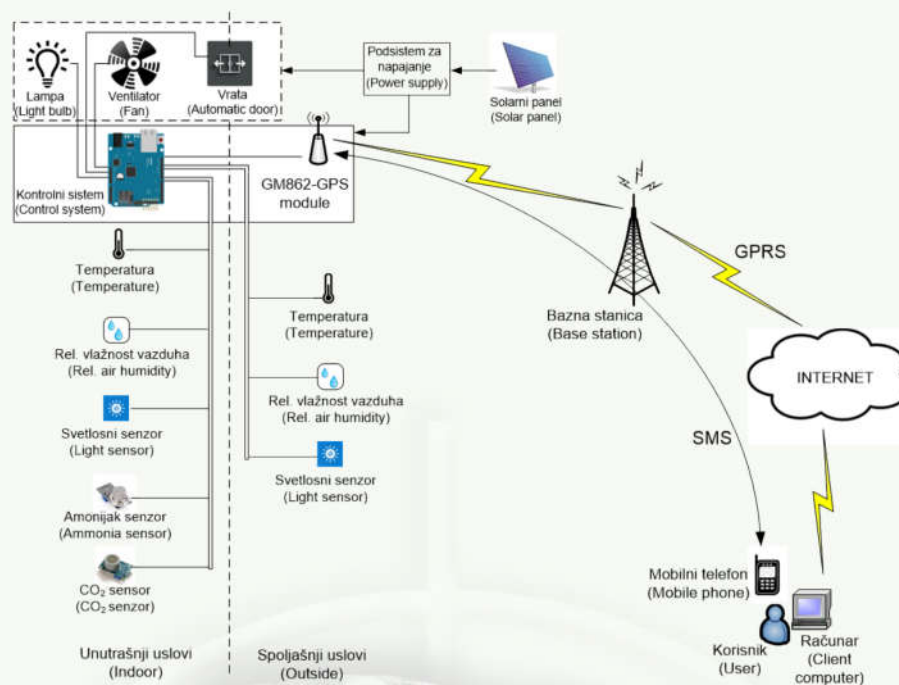
koncentracije amonijaka unutar objekta. Jedan takav senzor koji se može iskoristiti zajedno sa arduino modulom jeste MQ137 senzor za detekciju amonijaka. Dati senzor karakteriše visoka senzitivnost na amonijak, duži vek trajanja, niska cena i jednostavan je za povezivanje (MQ137 Ammonia Sensor, 2014). Drugi gas čiji je nivo koncentracije isto važan u zatvorenom objektu jeste ugljen dioksid. U tu svrhu za merenje ugljen dioksida može se koristiti senzor MG811 CO<sub>2</sub> Sensor. Navedeni senzor poseduje odlike vezane za dobru osetljivost i selektivnost na CO<sub>2</sub>, zatim mala zavisnost od temperature i vlažnosti vazduha, kao i dug period stabilnog rada (MG811 CO<sub>2</sub> Sensor, 2014). Vrednosti temperature i relativne vlažnosti vazduha kako u objektu tako i napolju mogu se dobiti uz pomoć senzora SHT15. Digitalni senzor SHT15 je potpuno kalibrisan, pruža visoku preciznosti, veoma dobru stabilnost na duži period i sve to po niskoj ceni. Pri tome su oba senzora integrisana na jednom čipu koji se odlikuje brzim odzivom i niskom potrošnjom energije (SHT15 Sensor, 2014). Za merenje osvetljaja odnosno jačine svetlosti može se iskoristiti foto ćelija odnosno foto otpornik. Ovakva vrsta senzora poznata je pod nazivom LDR (Light Dependent Resistor) ili senzor koji se bazira na otpornosti zavisnoj od svetlosti. LDR je napravljen od poluprovodničkog materijala koji u mraku ima veliki električni otpor dok njegova vrednost pri izlaganju svetlosti znatno opada (Light Sensors, 2014). Sa druge strane pored prikupljanja podataka kontrolni modul treba da ima mogućnost da upravlja drugim uređajima u objektu. U tu svrhu mogu poslužiti posebni višekanalni arduino relejni moduli. Uz pomoć ovih modula mogu se uključivati i isključivati mnogi uređaji bilo da koriste jednosmerne ili naizmenične izvore napajanja među kojima mogu biti i veliki potrošači.

Kontrolni sistem može biti povezan serijskom komunikacijom sa drugim, posebnim modulom koji ima mogućnost slanja podataka koristeći postojeću mrežu mobilne telefonije. U pitanju je Telit GM862-GSM/GPRS koji predstavlja jedan mali uređaj sa niskom potrošnjom energije, a pri tome pruža uslugu digitalne komunikacije u prisustvu GSM mreže. On predstavlja kombinaciju GSM/GPRS modema i odgovarajućeg GPS prijemnika. Modul koristi SIM karticu tako da se može slati GPRS podataka ili SMS poruke koristeći postojeću infrastrukturu mobilne odnosno celularne mreže (Telit GM862, 2014).

Koncept sistema za kontrolu uslova uzgoja na farmi prikazan je na slici 1. Senzori se postavljaju unutar objekta gde je potrebno meriti koncentraciju amonijaka, ugljen dioksida, intenzitet svetlosti, temperaturu i relativnu vlažnost. Isto tako, potrebno je poznavati vrednosti parametara iz spoljne sredine, tako da bi se izvan objekta pratile vrednosti temperature, relativne vlažnosti i intenzitet svetlosti. U zavisnosti od vrednosti navedenih parametara kontrolni modul ima mogućnost da unutar objekta uključi ili isključi lampe, ventilator, kao i da otvori ili zatvori vrata na objektu. Posebno negativan uticaj može imati visoka koncentracija amonijaka u objektu. Zato je važno realizovati sistem tako da postoji senzor koji će kontrolisati koncentraciju štetnih gasova u vazduhu i automatski aktivirati ventilatore koji će dovesti do izmene vazduha u prostorijama.

Pošto alternativni sistemi gajenja živine podrazumevaju ispuštanje živine napolje, potrebno je pratiti temperaturu i vlažnost vazduha kako živina ne bi bila izložena ekstremnim uslovima što bi negativno uticalo na njihovu proizvodnju. U tom slučaju, nije dovoljno samo da se dostigne određen intenzitet svetlost napolju, nego i da ostali uslovi budu u zadatim granicama kako bi se vrata na objektu otvorila. Sa druge strane broj svetlosnih sati na dan je jako važan proizvodni parametar, tako da je bitan proračun koji nakon izloženosti prirodnom osvetljenju i zalaska sunca omogućava osvetljenje u objektu na dodatni broj sati kako bi ukupna dužina svetlosnog dana dostigla preporučene vrednosti. Nakon isteka tog perioda kontrolni sistem isključuje svetlo i do sledećeg dana vrata objekta ostaju zatvorena dok se ne ispune uslovi u spoljašnjem okruženju za njihov ponovni ispušt.





Sl. 1. Prikaz sistema za nadgledanje klimatskih parametara i kontrolu uslova u objektu  
Fig. 1. System for the monitoring of climate parameters and control of conditions inside the facility

Pored kontrolne funkcije uslova na farmi, koncept predstavljenog sistema ima mogućnost slanja podataka preko mreže mobilne telefonije. Pri tome podaci se putem GPRS-a mogu proslediti na udaljeni server gde se isti mogu sačuvati i koristiti za različite analize. Sa druge strane korisnik putem Interneta uz odogovarajuću veb aplikaciju može pristupiti ovim podacima zatim može pregledati, preuzeti podatke ili vršiti analize uticaja pojedinih parametara. Pored toga sistem ima mogućnost slanja SMS poruka tako da korisnika može obavestiti o posebnim promenama u režimu rada ili korisnik može slanjem SMS poruke zahtevati trenutno stanje u bilo koje doba. Sličan koncept prenosa podatak na daljinu je prikazan u radovima Marković et al. (2013) i Marković et al. (2012). Jedan ovakav sistem može zasebno funkcinisati koristeći solarnu energiju kao jedan od obnovljivih izvora energije. Značaj i mogućnosti upotrebe ove vrste energije su prikazani u radovima Pešić et al. (2013), Radosavljević et al. (2012) i Nikolić et al. (2011).

## ZAKLJUČAK

U Srbiji postoje mnoge nenarušene prirode sredine pogodne za takozvane eko farme koje prvenstveno imaju za cilj proizvodnju kvalitetne i zdravstveno bezbedne hrane. U ovom radu je dat koncept sistema koji bi omogućio nadgledanje jedne takve farme i automatizovao kontrolu uslova u životnom okruženju kako bi optimalni uslovi na farmi bili obezbeđeni bez stalnog prisustva čoveka. Sistem bi se napajao preko solarnih panela pošto se očekuje da ovakav tip farmi bude podignut u brdskim, slabo naseljenim predelima gde je teško obezbeđiti priključak

na postojeću naponsku mrežu. Prednosti jednog ovakvog sistema ogledaju se u korišćenju obnovljivog, čistog izvora energije. Zatim troškovi su manji pošto se jednom uloži u opremu i nema pretpaltnih računa za potrošnju energije svakog mreseca. Pored toga troškovi boravka ili odlaska na udaljenu lokaciju farme svode se na minimum i stanje se može pratiti preko računara ili čak može se dobiti izveštaj preko SMS poruka. Prikazani sistem omogućava ostvarenje pogodnih uslova za uzgoj živine na farmi pri čemu bi uticaj tih uslova bio predmet daljih istraživanja kroz imlementaciju sistema na različitim lokalitetima i analizu prikupljenih rezultata.

## ZAHVALNOST

Ovaj rad je realizovan u okviru projekta TP 32043 i 31051 – koji su finansirani od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije za period od 2011- 2014.

## LITERATURA

- [1.] Arduino Uno, web stranica: <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>.
- [2.] Bogosavljević-Bošković S., Mitrović S. (2005): Gajenje različitih vrsta živine. Monografija.
- [3.] Hegelund L., Sorensen J.T., Hermansen J.E. (2006) Welfare and productivity of laying hens in commercial organic egg production systems in Denmark. *Wageningen Journal of Life Sciences*, 54-2: 147-155.
- [4.] Hilmire K. (2012): The grass is greener: Farmers' experiences with pastured poultry. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 27: 173-179.
- [5.] Humidity and Temperature Sensor - SHT15, web stranica: [http://www.sensirion.com/fileadmin/user\\_upload/customers/sensirion/Dokumente/Humidity/Sensirion\\_Humidit\\_y\\_SHT1x\\_Datasheet\\_V5.pdf](http://www.sensirion.com/fileadmin/user_upload/customers/sensirion/Dokumente/Humidity/Sensirion_Humidit_y_SHT1x_Datasheet_V5.pdf)
- [6.] Light Sensors, web stranica: [http://www.electronics-tutorials.ws/io/io\\_4.html](http://www.electronics-tutorials.ws/io/io_4.html)
- [7.] Marković, D., Koprivica, R., Pešović, U., Randić, S., & Veljković, B. (2012). Praćenje rada žitnog kombajna postavkom pametnih mernih pretvarača. *Traktori i pogonske mašine*, 17(5), 27-32.
- [8.] Marković, D., Koprivica, R., Pešović, U., Randić, S., Veljković, B. (2013). Nadgledanje solarnih sistema za navodnjavanje. *Traktori i pogonske mašine*, 18(3), 112-117.
- [9.] Matković K., Vučemilo M., Matković S. (2007): Utjecaj alternativnog načina držanja nesilica na kvalitetu jaja. *Meso*, n.1.
- [10.] Mesias F., Martinez-Carrasco F., Jose Martines J., Gaspar P. (2011): Functional and organic eggs as an alternative to conventional production: a conjoint analysis of consumers' preferences. *Journal of Science and of Food and Agriculture*, 91: 532-538.
- [11.] MG811 CO2 Sensor, web stranica: <http://www.instructables.com/files/orig/FGM/YEQF/GAPV32J2/FGMYEQFGAPV32J2.pdf>
- [12.] MQ137 Semiconductor Sensor for Ammonia, web stranica: <http://particle-sensor.com/immagini/MQ-137.pdf>
- [13.] Nikolić, R., Furman, T., Tomić, M., Simikić, M., & Samardžija, M. (2011). The use of renewable energy sources in Serbia. *Traktori i pogonske mašine*, 16(3), 7-14.
- [14.] Oberholtzer L., Grenne C., Lopez E. (2006): Organic Poultry and Eggs Capture High Price Premiums and Growing Share of Specialty Markets. Outlook Report from the Economic Research Service. United States Department of Agriculture LDP-M-150-01, December 2006.
- [15.] Pešić, R., Petković, S., Hnatko, E., Milosavljević, D., Veinović, S. (2013). Advantages and disadvantages of the systems for use of renewable/repeatable energy sources. *Traktori i pogonske mašine*, 18(3), 79-83.
- [16.] Radosavljević, D., Nikolić, R., Šotra, D., & Šotra, V. (2012). Energy efficiency and green energy. *Traktori i pogonske mašine*, 17(4), 15-28.
- [17.] Rakonjac S., Bogosavljević-Bošković S., Dosković V., Petrović D.M. (2013): Mortality of laying hens and broilers under different rearing systems. 23rd International symposium „New Technologies in Contemporary Animal Production“. Novi Sad (Serbia) – Proceeding: 195-197.
- [18.] Rakonjac S., Bogosavljević-Bošković S., Pavlovski Z., Škrbić Z., Dosković V., Petrović D.M., Petričević V. (2014a): Laying hen rearing systems: a review of major production results and egg quality traits. *World's Poultry Science Journal*, 70 (1): 93-104.
- [19.] Telit GM862-GSM/GPRS module, web stranica: <https://www.sparkfun.com/products/retired/7917>

Rad primljen: 10.11.2014.

Rad prihvaćen: 17.11.2014.