

IoT senzorska mreža za predikciju promene temperature i relativne vlažnosti vazduha u skladištu prehrambenih proizvoda

Srdan Tegeltija, Branislav Tejić, Laslo Tarjan, Dragan Dragičević, Nikola Đukić
Katedra za mehatroniku, robotiku i automatizaciju / Departman za industrijsko inženjerstvo i menadžment
Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu
Novi Sad, Srbija
srkit@uns.ac.rs, tejić@uns.ac.rs, laci@uns.ac.rs, d.dragicevic@uns.ac.rs, nikoladj@uns.ac.rs

Sažetak—U ovom radu prikazan je sistem koji omogućava kontinualno merenje temperature i relativne vlažnosti vazduha na bazi N broja IoT bežičnih senzorskih jedinica postavljenih u reprezentativnim tačkama u samoj prostoriji, i/ili objektu kao i u okolini prostorije (objekta). Na osnovu formiranog modela objekta (na osnovu prethodnih merenja) i kretanja trenutne spoljašnje temperature i vlažnosti vazduha, kao i vremenske prognoze za duži vremenski period procenjuje se promena temperature i relativne vlažnosti vazduha prostorije (objekta) a samim tim moguće je izvršiti procenu roka trajanja prehrambenih proizvoda koji se čuvaju. Pomoću prikupljenih podataka o prostoriji (objektu) mogu se definisati i preporuke, u zavisnosti koji je period godine (proleće, leto, jesen, zima), za koje prehrambene proizvode je prostorija (objekat) pogodna za čuvanje i koliko dugo se takvi proizvodi mogu čuvati.

Ključne riječi—IoT; senzorske mreže; predikcija promene temperature;

I. UVOD

Približno jedna trećina hrane proizvedene u svetu za ljudsku potrošnju se izgubi ili baci (oko 1,3 milijarde tona). Novčano to iznosi oko 680 milijardi američkih dolara u industrijskim zemljama i 310 milijardi američkih dolara u zemljama u razvoju [1]. Kako se ljudska populacija konstantno povećava ovaj problem je sve izraženiji i predstavlja sve veći izazov za rešavanje [2].

Jedan od kritičnih delova proizvodnog ciklusa prehrambenih proizvoda predstavlja skladištenje i čuvanje prehrambenih proizvoda. Ukoliko se prehrambeni proizvodi čuvaju u neodgovarajućim uslovima (temperatura i relativna vlažnost vazduha) dolazi do degradacije kvaliteta prehrambenih proizvoda (promena strukture, mirisa i ukusa, gubitak minerala i vitamina) i do kvarenja prehrambenog proizvoda, naročito ako se radi o svežem voću i povrću [3]–[6]. Proizvode sa degradiranim kvalitetom je teško ili čak nemoguće prodati potencijalnim kupcima ili ukoliko dođe do njihovog kvarenja ovakvi proizvodi se moraju ili baciti (trulo voće i povrće) ili se moraju preduzeti odgovarajuće procedure transporta, odlaganja ili uništavanja ovakvih proizvoda (npr. pokvareno meso i proizvodi od mesa). Sa druge strane konzumiranje ovakvih proizvoda predstavlja bezbednosni rizik po zdravlje ili život ljudi. Kako bi se troškovi proizvodnje i bezbednosni rizici sveli na minimum (bacanje prehrambenih

proizvoda usled degradacije kvaliteta ili kvarenja) postoje sistemi koji prate uslove skladištenja proizvoda i procenjuju rok trajanja proizvoda [7]–[8]. Da bi se mogla izvršiti procena roka trajanja prehrambenog proizvoda u skladištu potrebno je prikupiti podatke o uslovima skladištenja pomoću odgovarajućih senzora. Kako temperatura i vlažnost vazduha nije ista u svim delovima skladišta za prikupljanje podataka koriste se bežične senzorske mreže [9] sa ciljem kreiranja termalnih mapa i mapa relativne vlažnosti vazduha objekata ili prostorija za skladištenje kako bi se odredila kritična mesta sa neodgovarajućom temperaturom i relativnom vlažnošću vazduha [15]. Ovaj problem je posebno izražen u objektima za čuvanje i skladištenje prehrambenih proizvoda kod kojih ne postoji regulacija parametara uslova u kojima se proizvodi čuvaju (npr. ostave i podrumi u domaćinstvima). Na osnovu prikupljenih podataka o objektu/prostoriji, na osnovu trenutne spoljašnje temperature i relativne vlažnosti vazduha kao i dugoročne vremenske prognoze može se proceniti promena temperature i relativne vlažnosti vazduha objekta/prostorije [16]–[18]. Na osnovu procenjene promene temperature i relativne vlažnosti vazduha objekta/prostorije moguće je proceniti rok trajanja prehrambenih proizvoda.

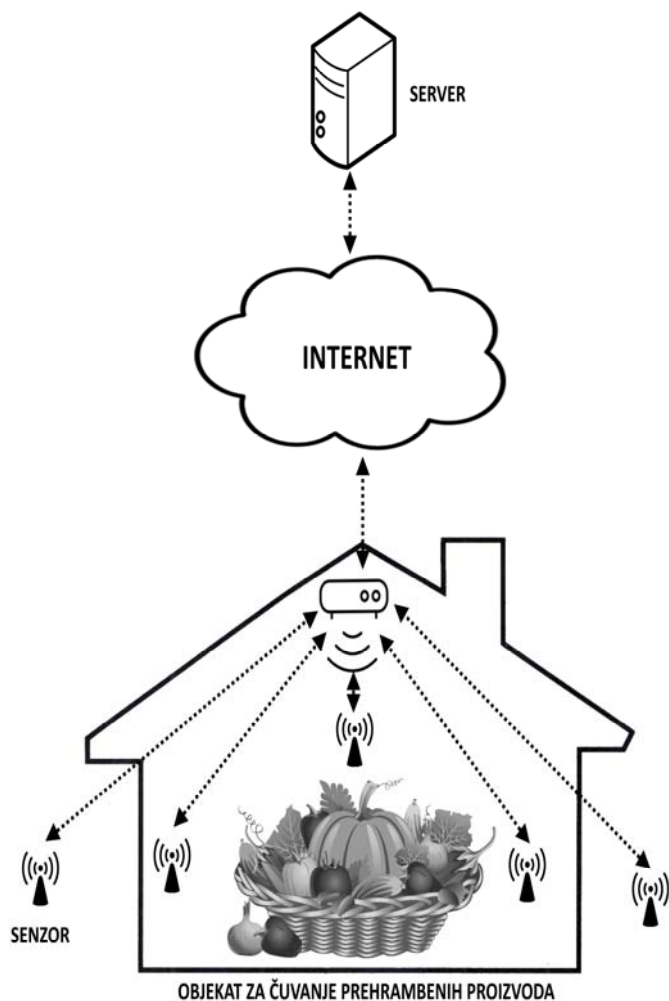
Postoje komercijalna rešenja za pravljenje termalnih mapa i mapa relativne vlažnosti vazduha objekata i prostorija baziranih na bežičnim senzorskim mrežama [19]–[21]. Nedostatak ovih rešenja je visoka cena što ih čini nepogodnim za primenu u domaćinstvima.

U ovom radu prikazan je sistem koji omogućava kontinualno merenje temperature i relativne vlažnosti vazduha na bazi IoT (*eng. Internet of Things, prev. Internet stvari*) bežičnih senzorskih jedinica koji je primenljiv i u domaćinstvima. Termin IoT se odnosi na međusobno umrežene svakodnevne uređaje, koji poseduju sopstvenu inteligenciju (upravljački program) i imaju direktan ili indirektan pristup internetu [22].

II. IDEJNO REŠENJE

Idejno rešenje sistema za predikciju promene temperature i relativne vlažnosti vazduha u objektu ili prostoriji u kojoj se čuvaju prehrambeni proizvodi bazira se na primeni IoT bežičnih senzorskih jedinica. IoT bežične senzorske jedinice postavljaju se u reprezentativnim tačkama u objektu ili

prostoriji za skladištenje prehrambenih proizvoda kao i u okolini objekta ili prostorije za skladištenje prehrambenih proizvoda čija promena temperature i relativne vlažnosti vazduha je potrebno pratiti. Na Sl. 1 prikazana je šema idejnog rešenja sistema za predikciju promene temperature i relativne vlažnosti vazduha u objektu ili prostoriji u kojoj se čuvaju prehrambeni proizvodi.



Slika 1. Idejno rešenje

IoT bežične senzorske jedinice vrše merenje temperature i relativne vlažnosti vazduha kako u objektu/prostoriji koja se prati tako i u okolini objekta/prostorije. Izmerene vrednosti IoT bežične senzorske jedinice šalju u određenim vremenskim intervalima, u zavisnosti od potrebe, preko internet veze do serverske aplikacije. Serverska aplikacija smešta podatke u bazu podataka sa ciljem naknadne analize prikupljenih podataka.

Na osnovu prikupljenih podataka može se formirati model promene temperature i relativne vlažnosti vazduha u objektu/prostoriji u zavisnosti od promene spoljašnje temperature i relativne vlažnosti vazduha. Na osnovu modela objekta i kretanja trenutne spoljašnje temperature i relativne vlažnosti vazduha, kao i vremenske prognoze za duži vremenski period procenjuje se promena temperature i

relativne vlažnosti vazduha objekta/prostorije a samim tim moguće je izvršiti procenu roka trajanja prehrambenog proizvoda koji se čuva u objektu/prostoriji. Pomoću prikupljenih podataka o objektu mogu se definisati i preporuke, u zavisnosti koji je period godine (proleće, leto, jesen, zima), za koje prehrambene proizvode je objekat/prostorija pogodna za čuvanje i koliko dugo se takvi proizvodi mogu čuvati.

III. REALIZOVANO REŠENJE

Realizovano rešenje sistema za predikciju promene temperature i relativne vlažnosti vazduha u objektu ili prostoriji u kojoj se čuvaju prehrambeni proizvodi sastoji se od prototipa IoT bežične senzorske jedinice i web servera realizovanog na Google Firebase platformi. IoT bežična senzorska jedinica sastoji se od komunikacionog modula koju čini NodeMCU IoT platforma i senzor temperature i relativne vlažnosti vazduha DHT22.

A. Komunikacioni modul IoT bežične senzorske jedinice

Za potrebe izrade prototipa IoT bežične senzorske jedinice korisćena je NodeMCU [23] IoT platforma koja je prikazana na Sl. 2.



Slika 2. Prikaz NodeMCU IoT platforme

NodeMCU IoT platforma je bazirana na ESP8266-12E WiFi modulu, proizvođača Espressif. Pored navedenog interisanog kola, na štampanoj pločici se nalaze linearni stabilizator napona pomoću kog se vrši napajanja celog uređaja, USB na RS232 konverter namenjen za komunikaciju između računara i ESP8266-12E modula, par tastera koji olakšavaju testiranje celog sklopa i pasivnih elektrosnkih komponenti neophodnih za rad modula.

ESP8266-12E WiFi modul predstavlja SoC (*eng. System on Chip*), integrisano kolo sa svim elementima mikroracunara, na kom je integrisan celi TCP/IP protokol za komunikaciju. Integracija TCP/IP protokola na sam modul omogućuje olakšanu implementaciju komunikacije između velikog broja uređaja u našem IoT sistemu. ESP8266 modul se sastoji od 32-bitnog RISC mikroprocesora sa radnom frekvencijom od 80 MHz, 64 KB memorije za instrukcije i 96 KB memorije za podatke. Memorija modula se kreće u opsegu od 4MB do 16 MB koja se može koristiti za skladištenje podataka ili izvršnih

programa. ESP8266 modul ima integrisan IEEE 802.11 WiFi protokol za komunikaciju, koji podržava WEP i WPA/WPA2 autentikaciju. Posедуje 16 programabilnih ulazno/izlaznih pinova. Pored Wi-Fi komunikacije, podržava SPI, I2C, I2S i UART komunikaciju. Takođe, poseduje 10-bitni analogno digitalni konverter, pa je moguće vršiti obradu analognih i digitalnih signala. U zavisnosti od potrebe ESP8266 komunikacionim modulom se može upravljati na dva načina. Ukoliko je potrebno realizovati jednostavnu komunikaciju sa malom količinom podataka i jednostavnom obradom podataka upravljački program se može direktno uprogramirati u modul. Ukoliko je potrebna složenija obrada veće količine podataka upravljački program se može implementirati na spoljašnjem kontroleru a da se ESP8266 modul iskoristi samo za WiFi komunikaciju tako što će njime spoljašnji kontroler upravljati pomoću AT komandi.

Modul se može postaviti u dva režima rada, ruter režim rada ili klijent režim rada. Ruter režim rada omogućava ovom modulu da bude pristupna tačka za druge komunikacione module. U klijent režimu rada modul se povezuje na druge uređaje u okviru WiFi mreže.

B. DHT22 senzor temperature i vlažnosti vazduha

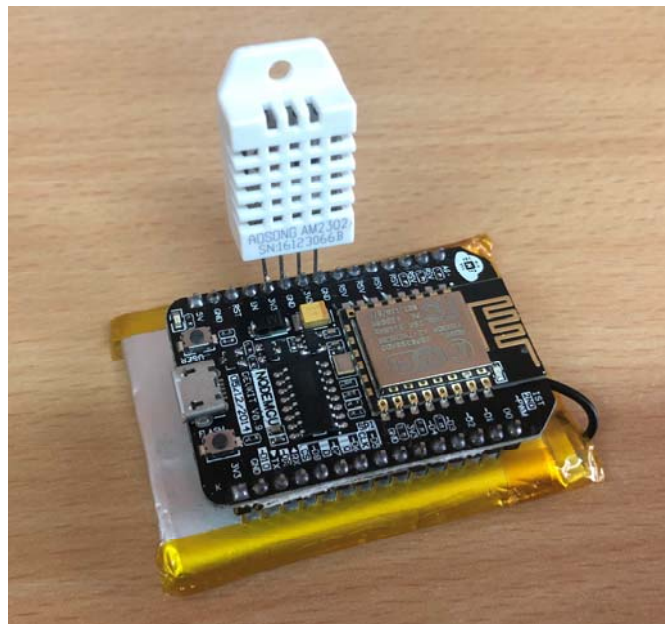
Kao osnovni merni uređaj u našem sistemu, koristili smo digitalni senzor temperature i vlažnosti vazduha DHT22 [24] koji je prikazan na Sl. 3.



Slika 3. Prikaz DHT22 senzora

DHT22 je kalibrisani senzor temperature i relativne vlažnosti vazduha, koji temperaturu vazduha meri pomoću termistora a relativnu vlažnost vazduha meri pomoću kapacitivnog senzora. Oba signala se zajedno obrađuju i dostupni su za čitanje u digitalnom obliku pomoću jednog digitalnog pina. Proizvođači senzora imaju razvijen sopstveni komunikacioni protokol za koji je potreban samo jedan digitalni ulaz/izlaz za komunikaciju između senzora i mikrokontrolera. Opseg temperature vazduha koji senzor može da izmeri je od -40 do 80°C, sa greškom merenja od $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$. Opseg relativne vlažnosti vazduha koji senzor može da izmeri je od 0 do 100% relativne vlažnosti vazduha i merenje se vrši sa greškom od $\pm 2\%$ RH. Potrebno je naglasiti da je očitavanje vrednosti relativne vlažnosti vazduha i temperature vazduha moguće dobiti od senzora svake 2 sekunde. Ukoliko je potrebno da se ove informacije obezbede za manje vremena, potrebno je izabrati drugi senzor. Na Sl. 4 prikazan je prototip relizovane IoT bežične senzorske jedinice za merenje

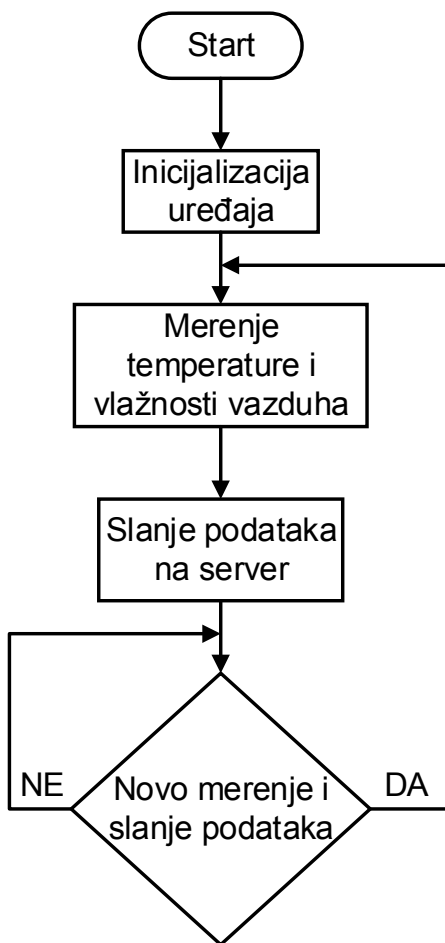
bežične senzorske jedinice za merenje temperature i relativne vlažnosti vazduha.



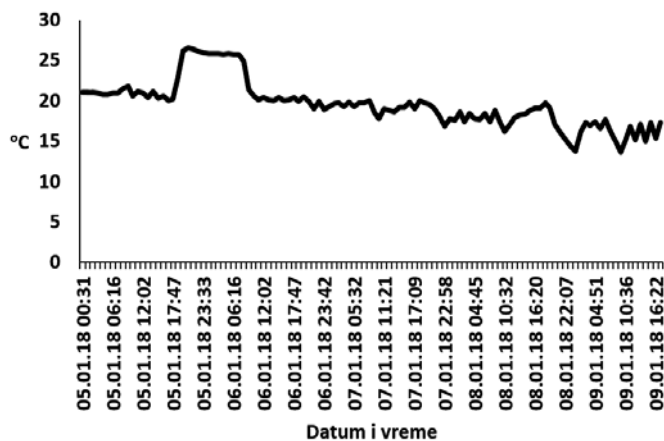
Slika 4. Prototip relizovane IoT bežične senzorske jedinice za merenje temperature i relativne vlažnosti vazduha.

Za napajanje IoT bežične senzorske jedinice za merenje temperature i relativne vlažnosti vazduha korišćena je LiPo baterija sa jednom ćelijom, kapaciteta 2800 mAh, što je dovoljno za njen nešrekidan rad u trajanju od oko 30 časova. U režimu male potrošnje i "uspavljivjem" IoT bežične senzorske jedinice vreme rada se produžava. Testiranjem tako da se na svakih 59 minuta IoT bežična senzorske jedinice za merenje temperature i relativne vlažnosti vazduha "budi" na jedan minut i ponovo vraća u režim "spavanja" dobijena je autonomija rada od 20 dana [25].

Na Sl. 5 prikazan je algoritam rada IoT bežične senzorske jedinice za merenje temperature i relativne vlažnosti vazduha. Prilikom dovođenja napona napajanja vrši se inicijalizacija IoT bežične senzorske jedinice za merenje temperature i relativne vlažnosti vazduha. U inicijalizaciji podešavaju se parametri rada IoT bežična senzorske jedinice za merenje temperature i relativne vlažnosti vazduha i parametri za povezivanje na lokalnu WiFi mrežu i serversku aplikaciju a zatim se vrši povezivanje na lokalnu WiFi mrežu. Nakon inicijalizacije IoT bežična senzorske jedinice vrši merenje temperature i relativne vlažnosti vazduha a zatim izmerene vrednosti se šalju serverskoj aplikaciji. Nakon slanja podataka serverskoj aplikaciji IoT bežična senzorske jedinice čeka određeni vremenski interval nakon koga ponovo vrši merenje temperature i relativne vlažnosti vazduha i ponovo ih šalje serverskoj aplikaciji. Na Sl. 6 prikazan je dijagram izmerene temperature u jednoj prostoriji tokom testiranja prototipa relizovane IoT bežične senzorske jedinice. Tokom faze testiranja relizovane IoT bežične senzorske jedinice utvrđeno je da je tokom beleženje podataka o relativnoj vlažnosti vazduha došlo do pogrešnog upisivanja vrednosti u bazu podataka, čineći podatke o relativnoj vlažnosti vazduha neupotrebljivim za dalju analizu.



Slika 5. Algoritam rada realizovanog uređaja



Slika 6. Dijagram izmerene temperature u jednoj prostoriji tokom testiranja realizovanog uređaja

C. Google Firebase

Firebase je Google-ova platforma za razvoj web i mobilnih aplikacija (Android, iOS) [26]. Ova platforma u sebi sadrži

veliki broj različitih alata koji programerima omogućavaju jednostavan i brz razvoj aplikacija kao i njihovo testiranje. Neki od često korišćenih alata u okviru Firebase platforme su: autentifikacija korisnika (podrška za autentifikaciju korisnika preko e-pošte, Facebook naloga, Google naloga, Twitter naloga, GitHub naloga), baze podataka u realnom vremenu (NoSQL baze podataka koje omogućavaju smeštanje podataka u JSON (JavaScript Object Notation) formatu u realnom vremenu), hostovanje web aplikacija, sistem za skladištenje fajlova (audio i video zapisa, slika, itd.). Pored ovih postoji veliki broj drugih dostupnih alata.

IV. ZAKLJUČAK

U ovom radu opisan je sistem za predikciju promene temperature i relativne vlažnosti vazduha u objektu ili prostoriji u kojoj se čuvaju prehrambeni proizvodi baziran na primeni IoT bežičnih senzorskih jedinica. Opisano rešenje pokazalo je da se sistem može uspešno koristiti za prikupljanje podataka o mikro-klimi u objektima/prostorijama u kojima se čuvaju prehrambeni proizvodi kao i u njihovoj okolini. Prikupljeni podaci se čuvaju na serveru i dostupni su svima koji učestvuju u proizvodnji i distribuciji prehrambenih proizvoda za analizu (proizvođačima, distributerima, trgovcima, korisnicima). Analizom podataka može se utvrditi da li se prehrambeni proizvodi skladište i čuvaju na odgovarajući način. Na osnovu prikupljenih podataka može se formirati model promene temperature i relativne vlažnosti vazduha u objektu u zavisnosti od spoljašnje temperature i relativne vlažnosti vazduha. Na osnovu modela objekta i kretanja trenutne spoljašnje temperature i relativne vlažnosti vazduha, kao i vremenske prognoze za duži vremenski period procenjuje se promena temperature i vlažnosti vazduha prostorije (objekta) a samim tim moguće je izvršiti procenu roka trajanja prehrambenog proizvoda koji se čuva. Pomoću prikupljenih podataka o objektu mogu se definisati i preporuke, u zavisnosti koji je period godine (proleće, leto, jesen, zima), za koje prehrambene proizvode je prostorija (objekat) pogodna za čuvanje i koliko dugo se takvi proizvodi mogu čuvati.

Sistem opisan u ovom radu predstavlja jednostavno rešenje prihvatljive cene i prvenstveno je namenjen za upotrebu u domaćinstvima za prostorije bez regulacije parametara mikroklimi u kojoj se čuvaju prehrambeni proizvodi (ostave, podrumi, itd.). Opisani sistem se može koristiti i u industrijskim postrojenjima za objekte sa regulacijom parametara čuvanja prvenstveno u situacijama kada otkáže sistem regulacije parametara čuvanja proizvoda kako bi se procenilo u kom trenutku temperatura i relativna vlažnost vazduha će dostići kritične vrednosti, sa procenom roka trajanja prehrambenih proizvoda u skladištu da bi se na odgovarajući način postupilo sa prehrambenim proizvodima (npr. ubrzavanje prodaje) kako ne bi došlo do degradacije kvaliteta prehrambenih proizvoda i njihovog kvarenja.

Pravci daljeg razvoja IoT senzorske mreže za predikciju promene temperature i relativne vlažnosti vazduha u skladištu prehrambenih proizvoda biće bazirani na ispitivanju postojećih i definisanju novih modela za procenu temperature i relativne vlažnosti vazduha kako bi se odredio najpogodniji model za procenu promene temperature i relativne vlažnosti vazduha u skladištu prehrambenih proizvoda. Pored ovoga potrebno je

raditi dotna testiranja relizovane IoT bežične senzorske jedinice kako bi se uvidelo ponašanje u kritičnim situacijama kao što su pad napona baterije ispod kritične vrednosti, nestanak internet veze, nemogućnost povezivanja sa serverom i bazom podataka, itd. Dodatnim testiranjem unapredio bi se algoritma rada IoT bežične senzorske jedinice čime bi se definisalo ponašanje u kritičnim situacijama celog sistema, uz alarmiranje korisnika, kako bi se eliminisale greške u radu.

ZAHVALNICA

Rezultati prikazani u ovom radu deo su ostvarenih rezultata projekata koje je finansijski podržao Pokrajinski sekretarijat za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost Autonomne Pokrajine Vojvodine, kroz projekat: Primena tehnologija IoT za praćenje svežih prehrambenih proizvoda iz Vojvodine, kao i Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, kroz projekat: TR35001-Automatizovani sistemi za identifikaciju i praćenje objekata u industrijskim i neindustrijskim sistemima i projekat III46001- Analiza primene novih i tradicionalnih tehnologija u proizvodnji konkurentnih prehrambenih proizvoda sa dodatnom vrednošću za evropsko i svetsko tržište.

LITERATURA

- [1] "Key facts on food loss and waste you should know!," *SAVE FOOD: Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction*. [Online]. Available: <http://www.fao.org/save-food/resources/keyfindings/en/>. [Accessed: 01-Jan-2018].
- [2] J. Parfitt, M. Barthel, and S. Macnaughton, "Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050," *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.*, vol. 365, no. 1554, pp. 3065–3081, 2010.
- [3] D. Tanner, S. A. Limited, M. Maunganui, and N. Zealand, *Impacts of Storage on Food Quality*. Elsevier, 2016.
- [4] D. Tanner, *Food Quality, Storage, and Transport*. Elsevier, 2016.
- [5] W. E. Zhang, C. L. Wang, B. Bin Shi, and X. J. Pan, "Effect of storage temperature and time on the nutritional quality of walnut male inflorescences," *J. Food Drug Anal.*, vol. 25, no. 2, pp. 374–384, 2017.
- [6] S. K. Lee and A. A. Kader, "Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops," *Postharvest Biol. Technol.*, vol. 20, no. 3, pp. 207–220, 2000.
- [7] A. Giménez, F. Ares, and G. Ares, "Sensory shelf-life estimation: A review of current methodological approaches," *Food Res. Int.*, vol. 49, no. 1, pp. 311–325, 2012.
- [8] M. L. Tamplin, "Integrating predictive models and sensors to manage food stability in supply chains," *Food Microbiol.*, pp. 1–5, 2017.
- [9] P. Varela, A. Salvador, and S. Fiszman, "Shelf-life estimation of 'Fuji' apples: Sensory characteristics and consumer acceptability," *Postharvest Biol. Technol.*, vol. 38, no. 1, pp. 18–24, 2005.
- [10] S. Jena and H. Das, "Shelf life prediction of aluminum foil laminated polyethylene packed vacuum dried coconut milk powder," *J. Food Eng.*, vol. 108, no. 1, pp. 135–142, 2012.
- [11] G. Hough, L. Garitta, and G. Gómez, "Sensory shelf-life predictions by survival analysis accelerated storage models," *Food Qual. Prefer.*, vol. 17, no. 6, pp. 468–473, 2006.
- [12] S. Azevedo, L. M. Cunha, J. C. Oliveira, P. V. Mahajan, and S. C. Fonseca, "Modelling the influence of time, temperature and relative humidity conditions on the mass loss rate of fresh oyster mushrooms," *J. Food Eng.*, vol. 212, pp. 108–112, 2017.
- [13] M. L. Olivares-Tenorio, M. Dekker, M. A. J. S. van Boekel, and R. Verkerk, "Evaluating the effect of storage conditions on the shelf life of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.)," *LWT - Food Sci. Technol.*, vol. 80, pp. 523–530, 2017.

- [14] L. Ruiz-Garcia, L. Lunadei, P. Barreiro, and I. Robla, "A Review of Wireless Sensor Technologies and Applications in Agriculture and Food Industry: State of the Art and Current Trends," *Sensors*, vol. 9, no. 6, pp. 4728–4750, 2009.
- [15] V. B. Mbuya, T. Tashi, H. V. Gangadharappa, and S. Nagara, "thermal and relative humidity mapping of a sampling," *World J. Pharm. Pharm. Sci.*, vol. 5, no. 4, pp. 1563–1572, 2016.
- [16] A. E. Ruano, E. M. Crispim, E. Z. E. Conceição, and M. M. J. R. Lúcio, "Prediction of building's temperature using neural networks models," *Energy Build.*, vol. 38, no. 6, pp. 682–694, 2006.
- [17] G. Mustafaraj, G. Lowry, and J. Chen, "Prediction of room temperature and relative humidity by autoregressive linear and nonlinear neural network models for an open office," *Energy Build.*, vol. 43, no. 6, pp. 1452–1460, 2011.
- [18] T. Lu and M. Viljanen, "Prediction of indoor temperature and relative humidity using neural network models: model comparison," *Neural Comput. Appl.*, vol. 18, no. 4, p. 345, May 2008.
- [19] "Tinytag Radio System.," <https://www.gemindataloggers.com/wireless>, [pristup: Januar 2018].
- [20] "Humidity and temperature mapping.," https://www.rotronic.com/en/humidity_measurement-feuchtemessung-mesure_de_1_humidite/mapping-repair-reparaturen-mr, [pristup: Januar 2018].
- [21] "Real-time thermal mapping by SenseAnywhere.," <https://www.senseanywhere.com/real-time-thermal-mapping/>, [pristup: Januar 2018].
- [22] F. Xia, L. Yang, L. Wang and A. Vinel, "Internet of Things", *International Journal of Communication Systems*, vol. 25, no. 9, pp. 1101-1102, 2012
- [23] "NodeMcu", http://www.nodemcu.com/index_en.html, [pristup: Januar 2018].
- [24] "DHT22 temperature-humidity sensor + extras", <https://www.adafruit.com/product/385>, [pristup: Januar 2018].
- [25] "Current consumption analytics on esp8266 for battery users", <http://www.esp8266.com/viewtopic.php?f=13&t=3875>, [pristup: Januar 2018].
- [26] "Google Firebase", <https://firebase.google.com/>, [pristup: Januar 2018].

ABSTRACT

In this paper is presented system that enables continuous acquisition of air temperature and air humidity. System consists of N IoT wireless sensor nodes which are placed on representatively chosen locations in enclosed space. Based on model (formed from previously measured sensor data), outside air temperature and humidity and weather forecast prediction of inside air temperatures and humidities are done, also food product (that is kept in same space) lifecycle can be predicted also with available data. Collected data can be used to make recommendations, dependant of year season, which product can be stored inside observable space and how long would be product's lifecycle in that case.

IOT SENSOR NETWORK FOR PREDICTING THE CHANGE OF TEMPERATURE AND RELATIVE HUMIDITY OF THE AIR IN THE FOOD PRODUCT STORAGE

Srdan Tegeltija, Branislav Tejić, Laslo Tarjan, Dragan Dragičević, Nikola Đukić