

Platforma za učenje interneta inteligentnih uređaja

Miloš Milutinović, Konstantin Simić, Aleksandra Labus, Zorica Bogdanović, Marijana Despotović-Zrakić

Laboratorija za elektronsko poslovanje

Fakultet organizacionih nauka

Beograd, Srbija

milosm@elab.rs, kosta@elab.rs, aleksandra@elab.rs, zorica@elab.rs, maja@elab.rs

Sadržaj—U ovom radu je predstavljen model platforme za učenje interneta inteligentnih uređaja (Internet of Things, IoT), zasnovan na cloud platformi orijentisanoj ka korišćenju veb servisa. Cilj dizajniranog modela da se studentima iz oblasti poslovne informatike obezbedi znanje o IoT konceptima, mogućnostima i poslovnim modelima, kao i da se osposobe za razvoj elementarnih prototipova IoT sistema korišćenjem mikrouređaja opšte namene i infrastrukture servisa i oblaka. U radu je dat opis realizacije laboratorijskih vežbi zasnovanih na predloženom modelu u okviru Laboratorije za elektronsko poslovanje na Fakultetu organizacionih nauka u Beogradu.

Ključne reči—Internet inteligentnih uređaja; mikroracunari; mikrokontroleri; (key words)

I. UVOD

Izraz „Internet inteligentnih uređaja“ (Internet of Things, IoT) opisuje postojanje velikog broja raznovrsnih stvari ili objekata kao što su tagovi, senzori, aktuatori i mobilni uređaji, sposobnih za saradnju radi postizanja zajedničkog cilja [1]. Takvi inteligentni uređaji mogu da preuzmu niz oblika i uloga, dok sastav i složenost sistema čiji su deo mogu da se prilagođavaju dinamički prema potrebama korisnika. Ove osobine daju IoT-u skoro neograničenu oblast primene u okviru poslovnih i industrijskih okruženja (upravljanje procesima, inteligentan transport, automatizacija), kao i u okviru domova i javnih prostora (pametne kuće, e-zdravstvo i sl.).

Projekti iz oblasti IoT potencijalno zahtevaju dizajnere, sistem integratore, programere i tehničare kako bi se neka ideja sproveda od nastanka do implementacije. Ovako raznovrsni zahtevi mogu da stvore jaz u razumevanju između poslovnoro-orientisanih pojedinaca i njihovih ideja, i konkretnih implementatora koji rade sa realističnim ograničenjima. U idealnom slučaju, pojedinac sa poslovnom idejom u oblasti IoT-a bi trebalo da bude sposoban da razume mogućnosti i radi u malom timu koji bi proizveo prototip korišćenjem standardizovanih, široko dostupnih delova.

U ovom radu je predstavljen model platforme za učenje interneta inteligentnih uređaja zasnovan na cloud infrastrukturi i veb servisima, namenjen studentima poslovne informatike. Prikazan model se oslanja na postojanje jeftinih, programabilnih uređaja opšte namene kao što su Raspberry Pi mikroracunar i Arduino mikrokontroleri. Korišćenjem ovih uređaja, mogu se lako kreirati IoT rešenja koja ne zahtevaju specijalizovane komponente ili ekspertsko znanje za implementaciju.

II. PREGLED LITERATURE

Uvođenje IoT-a u neko okruženje se postiže uvođenjem i međusobnim povezivanjem inteligentnih uređaja kako bi se, u osnovi, okruženje učinilo inteligentnim i sposobnim da podrži bilo kakve ljudske aktivnosti. Postoji veliki broj različitih oblasti primene IoT-a, kao što su poslovanje, obrazovanje, transport, logistika, zdravstvo, javna administracija i ostali lični i socijalni domeni [1].

Internet inteligentnih uređaja predstavlja naprednu paradigmu koja zahteva tehnologiju, znanje i infrastrukturu, na nivou koji je dostupan pretežno u bogatim, razvijenim zemljama. Zemljama u razvoju IoT rešenja mogu da omoguće profitabilniji privredni razvoj i veće mogućnosti outsourcing-a. Jeftini mikrouređaji kao što su Raspberry Pi i Arduino mogu omogućiti razvoj raznovrsnih sistema uz manja ulaganja u infrastrukturu [2][3]. Raspberry Pi i drugi, slični uređaji obezbeđuju APIje koji apstrahuju operacije niskog nivoa, omogućavajući efektivno korišćenje i rad iz više perspektive.

U zavisnosti od obrazovnog konteksta, može se usvojiti nekoliko pristupa učenja IoT-a. Na najnižem nivou su pojedinačni IoT uređaji, čije razumevanje zahteva znanja niskog nivoa - poznavanje elektronike i programiranja mikrokontrolera. Srednji nivo je orijentisan ka informatici i obuhvata komunikacione protokole, integraciju sistema, veb servise, korisničke interfejsa i sl. Na najvišem nivou su aspekti dizajniranja poslovnih modela IoT aplikacija. Podučavanje IoT-a donosi skup problema i studentima i nastavnicima, posebno na višim nivoima IoT-a. Glavni problemi su [4]:

- nedostatak stručnosti u dizajniranju elektronskih kola,
- potreba za korišćenjem kompleksnih hardverskih i softverskih alata,
- nedostatak vremena za izradu kompleksnih IoT projekata,
- nedostatak realizacije svih funkcionalnost IoT projekta.

Jedan pristup u podučavanju IoT-a je korišćenje simulacionih alata sa ciljem simulacije uređaja ili okruženja u koje će oni biti postavljeni. Primer ovakvog pristupa se može videti u [5], gde su autori upotreбили elektronsku pločicu koju su sami razvili, sposobnu za procesiranje digitalnih i analognih ulaza i simuliranje kućnih uređaja, u kombinaciji sa fizičkim modelom kuće i jednostavnim kontrolnim interfejsom sa 3D modelima unutrašnjosti kuće. Korišćenjem ovog pristupa se može vršiti podučavanje čak i bez hardverskih komponenta i celokupni kurs može da se više skoncentriše na softverski

aspekt IoT-a. Ipak, simulacija ne može da zameni prednosti rada sa hardverskim IoT uređajima i potencijalno ograničava maštu studenata, terajući ih da rade u okvirima simuliranog scenarija.

Rad u širokoj oblasti IoT-a zahteva veštine rešavanja problema, timskog rada i liderstva, kao i praktična iskustva sa IoT hardverskom infrastrukturom. Aktivan pristup učenju je dokazano efektivan u ovakvim uslovima, i mešavina saradnje, takmičenja i zajedničkog usavršavanja u okruženju koncentrisanom na praktičnu nastavu mogu značajno da pojačaju transversalne veštine studenata (timski rad, komunikaciju, kritičnu analizu) [6].

III. PLATFORMA ZA UČENJE INTERNETA INTELIGENTNIH UREĐAJA

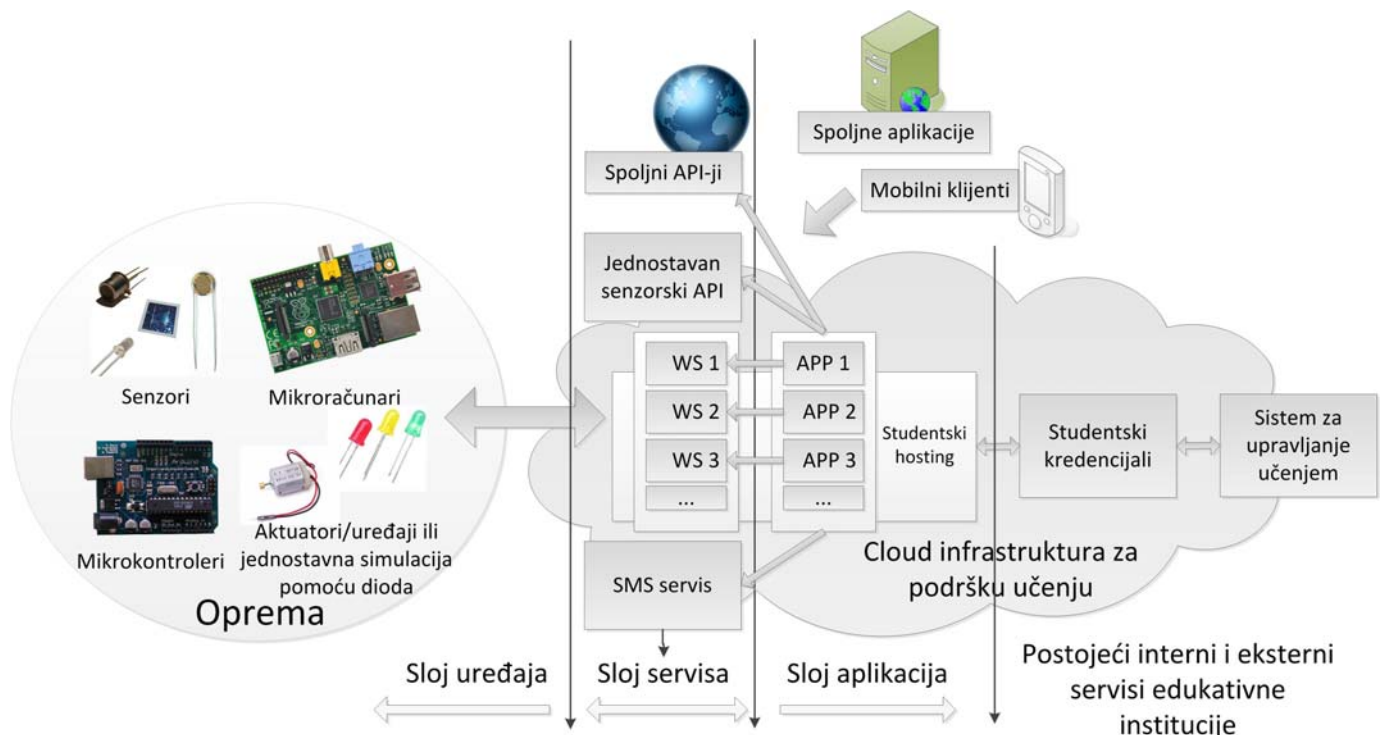
Generički model platforme za učenje interneta inteligentnih uređaja koji je prikazan na slici 1 opisuje neophodnu opremu i infrastrukturu za podršku nastavi. Model je podeljen u tri sloja – sloj uređaja, sloj servisa i sloj aplikacija. U nastavku rada su opisane neke od komponenti korišćenih u konkretnoj implementaciji navedenog modela u Laboratoriji za elektronsko poslovanje na Fakultetu organizacionih nauka Univerziteta u Beogradu.

Za realizaciju nastave iz IoT-a, potrebno je obezbediti opremu za projektovanje i implementaciju različitih IoT sistema. Finansijska sredstva mogu da predstavljaju ograničavajući faktor pri nabavci potrebne opreme za realizaciju nastave. Glavne komponente na nivou uređaja bi trebalo da budu multifunkcionalni, jeftini mikroračunari i mikrokontroleri, sposobni za preuzimanje niza uloga u skladu sa korisnički definisanim programiranjem. Primeri takvih uređaja su Raspberry Pi i Arduino. Senzori za temperaturu, osvetljenje, buku i sl. često su jednostavni i jeftini, dok se skupi aktuatori i kontrolabilni uređaji mogu simulirati korišćenjem dioda i jednostavnih elektronskih kola [5].

Operaciona logika može biti distribuirana među uređajima, ali lakše rešenje je centralizacija logike iza dobro definisanog veb API-ja. Uređaji koji vrše merenja (senzorski čvorovi) mogu povremeno da šalju izveštaje veb servisima koji preuzimaju ulogu middleware-a, središnjeg sloja u arhitekturi sistema. Uređaji mogu da primaju naređenja ili povremenim slanjem upita na adrese specifičnih servisa, ili izvršavanjem sopstvenih veb servisa, ukoliko su dovoljno moćni hardverski.

Pristup koji se oslanja na veb servise je pogotovo koristan u edukativnom, kooperativnom okruženju. Studenti mogu da razvijaju sopstvene servise i da ih dele sa drugim studentima; kompleksniji servisi mogu biti sklopljeni integrisanjem studentskih servisa sa servisima obezbeđenim u oblaku i ekstrenim veb API-jima. Klijentske aplikacije, bilo veb, desktop ili mobilne, vrše interakciju jedino sa veb servisima i ne moraju da se opterećuju znanjem o specifičnim vrstama uređaja povezanih na infrastrukturu. Glavna komponenta za implementaciju učenja IoT-a je studentski hosting, koji je implementiran korišćenjem ISPConfig softvera i koji omogućava postavljanje studentskih veb servisa i veb aplikacija.

Kreiranje izveštaja na osnovu očitavanja podataka sa senzora predstavlja tipičan scenario u IoT aplikacijama, pa je jednostavan API obezbeđen studentima za ovu namenu. API omogućava skladištenje, upotrebu i deljenje podataka očitanih sa senzora, kao i unos ili generisanje spoljnih podataka sa ciljem simulacije nekih specifičnih uslova koji se ne mogu direktno izmeriti u obrazovnom okruženju. U probnoj implementaciji je studentima takođe obezbeđen servis za slanje/prijem SMS poruka, a mogu se obezbediti i drugi servisi zavisno od postojeće infrastrukture obrazovne institucije. Svi servisi koji zahtevaju korisničke naloge pri radu mogu, zarad veće interoperabilnosti, da se oslanjaju na centralizovano skladište jedinstvenih parametara za pristup. U konkretnoj implementaciji korišćen je OpenLDAP direktorijum.



Slika 1 Model platforme za učenje interneta inteligentnih uređaja

Implementacija prezentovanog modela može potencijalno da bude veoma složena, sa velikim brojem međupovezanih servisa, od kojih neki mogu biti integrisani sa postojećim sistemima i servisima za učenje kako bi se omogućilo lakše praćenje i ocenjivanje aktivnosti studenata. U cilju ostvarenja visokog stepena skalabilnosti, pouzdanosti, redundantnosti i bolje iskorišćenosti dostupnih računarskih resursa poželjno je korišćenje cloud platforme [7][8]. Poželjno je korišćenje cloud platforme, a predloženi model se oslanja na OpenStack cloud softversko rešenje u okviru infrastrukture Laboratorije za elektronsko poslovanje.

IV. MODEL STRUKTURE KURSA INTERNETA INTELIGENTNIH UREĐAJA

Cilj kursa Internet inteligentnih uređaja je upoznavanje i osposobljavanje studenata smera Informacioni sistemi i tehnologije na četvrtoj godini osnovnih akademskih studija Fakulteta organizacionih nauka za rad sa hardverom, operativnim sistemom, softverom, komponentama i opremom za automatizaciju pametnih okruženja. Kurs se sastoji iz četiri celine (slika 2):

- Upoznavanje sa tehnologijama,
- Kreiranje scenarija,
- Kreiranje veb servisa,
- Kreiranje veb i mobilne aplikacije.

Na prvim laboratorijskim vežbama nakon upoznavanja studenata sa svim elementima sistema za automatizaciju pametnih okruženja, studenti dobijaju upitnik koji se sastoji od tri grupacije pitanja koja imaju za cilj utvrđivanje prethodnog znanja studenata, nivoa motivacije za učenjem tematike kursa i usvajanje metode za realizaciju vežbi.

Realizacija kursa Internet inteligentnih uređaja se odvija primenom laboratorijskih vežbi. Studenti su podeljeni u timove, pri čemu su vežbe organizovane kao radionice. Tokom celog semestra, za svaku vežbu ponaosob, studenti dobijaju zadatak koji sadrži kontekst i metod za realizaciju vežbi. Svaki tim dobija korisnički zahtev za kreiranje pametnog okruženja. Na osnovu korisničkog zahteva, studenti treba da osmisle scenario po kome projektuju dva šematska prikaza rasporeda hardverskih komponenti koje će se koristiti kao rešenje za automatizaciju određenog pametnog okruženja. Jedna šema daje konkretan tehnički prikaz povezanosti senzora i aktuatora sa mikroračunarima i mikrokontrolerima, a druga šema prikazuje celokupno pametno okruženje sa rasporedom hardverskih komponentata za automatizaciju. Šema tehničke povezanosti hardverskih komponentata se realizuje primenom besplatnog softverskog alata otvorenog koda Fritzing, dok se prikaz celokupnog okruženja projektuje u softverskom paketu Microsoft Visio.

Implementacija hardverskog okruženja realizuje se na osnovu prethodno kreirane šeme tehničke povezanosti. Studenti za implementaciju pametnog okruženja imaju na raspolaganju Arduino mikrokontrolere, Raspberry Pi mikroračunare i različite senzore, aktuatore i ostale elektronske komponente. Za povezivanje komponentata, studenti imaju na raspolaganju pripremljene video zapise.

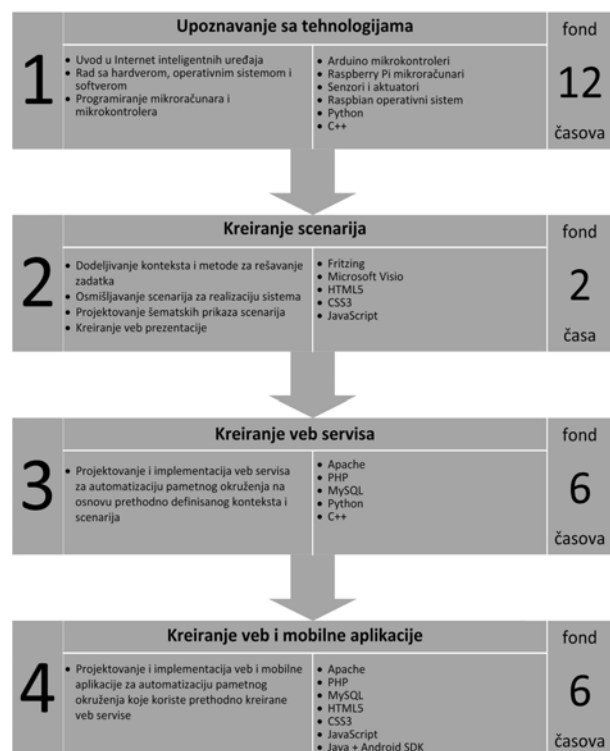
Pored implementacije hardverske infrastrukture, studenti takođe treba da projektuju i implementiraju softverski sistem za realizaciju pametnog okruženja. Za pisanje programskog koda za Arduino uređaje koristi se modifikovana verzija programskog jezika C++, a za programiranje na Raspberry Pi platformi će se koristiti programski jezik Python. Za udaljeni pristup uređajima, studenti treba da koriste LAN, WiFi, Bluetooth, GPRS i druge slične tehnologije.

Na osnovu osmišljenog scenarija za realizaciju dela pametnog okruženja, studenti osmišljavaju i veb prezentaciju koja će sadržati kompletnu dokumentaciju za izabrano pametno okruženje. U prvoj fazi projekta, članovi timova koriste Xively, javni cloud servis za prikupljanje podataka sa različitih senzora, a u narednim fazama projekta, treba da razviju sopstvene veb servise slične namene koji će biti kasnije korišćeni pri realizaciji veb i mobilne aplikacije za automatizaciju pametnog okruženja.

Laboratorijske vežbe iz predmeta Internet inteligentnih uređaja se realizuju u vidu radionica. U okviru svake radionice, timovi dobijaju različite kontekste na osnovu kojih treba da osmisle scenarije za realizaciju različitih tipova pametnih okruženja:

- Kontekst - pametna kuća. Potrebno je da se koristi Arduino mikrokontroler ili Raspberry Pi mikroračunar u kombinaciji sa senzorom za merenje temperature. Ukoliko temperatura premaši određenu vrednost, automatski se šalje SMS poruka vlasniku pametne kuće. Pomoću veb i mobilne aplikacije, vlasnik pametne kuće ima stalni uvid u trenutnu temperaturu.
- Kontekst - pametna učionica. Potrebno je da se koristi Arduino mikrokontroler ili Raspberry Pi mikroračunar u kombinaciji sa čitačem NFC tagova i digitalnim displejom. Prilikom ulaska u učionicu, svaki student treba da prisloni svoju NFC karticu na čitač pri čemu se evidentira njegovo prisustvo na predavanju. S obzirom da je kapacitet učionice ograničen, ukoliko je broj mesta u učionici popunjen, na displeju koji se nalazi na ulaznim vratima učionice će se pojaviti odgovarajuće obaveštenje. Pomoću veb i mobilne aplikacije, studenti mogu da vide broj slobodnih mesta u pametnoj učionici.
- Kontekst - pametna biblioteka. Za automatizaciju pametne biblioteke osim mikrokontrolera ili mikroračunara potreban je senzor za detekciju buke i zvučnik. Ukoliko se na osnovu podataka očitanih sa senzora detektuje nivo buke iznad definisanog praga, aktiviraće se glasovna poruka putem zvučnika koji se nalazi u biblioteci. Pomoću veb i mobilne aplikacije, studenti u čitaonici mogu da provere trenutni nivo buke.

Finalni ishod kursa Internet inteligentnih uređaja je integracija rešenja svih laboratorijskih vežbi u projekat. Obzirom na strukturu konačne ocene koji čine zadaci, elektronski test i projekat, zadaci realizovani na laboratorijskim vežbama i projekat nose 80% od konačne ocene. Ishod kreiranog projekta je prikaz korisničkog zahteva, scenarija, projektne dokumentacije, veb servisa, veb i mobilne aplikacije za automatizaciju dela pametnog okruženja.



Slika 2 Model strukture kursa Interneta inteligentnih uređaja

V. ZAKLJUČAK

Model platforme za učenje interneta inteligentnih uređaja predstavljen u ovom radu ima za cilj osposobljavanje studenata poslovne informatike za projektovanje i implementaciju različitih tipova pametnih okruženja primenom različitih hardverskih i softverskih komponenata. Prednosti navedenog modela su što omogućava jeftino, efektivno, skalabilno i sveobuhvatno okruženje za realizaciju IoT projekata. Predloženi model se može realizovati u različitim obrazovnim okruženjima uz prisustvo adekvatne hardverske i softverske infrastrukture.

ZAHVALNICA

Autori rada se zahvaljuju Ministarstvu prosvete, nauke i tehnološkog razvoja za finansijsku podršku, projekat br. 174031.

LITERATURA

- [1] L. Atzori, A. Iera, and G. Morabito, "The Internet of Things: A survey," *Comput. Networks*, vol. 54, no. 15, pp. 2787–2805, Oct. 2010.
- [2] K. Raihan, "Raspberry Pi Image Processing based Economical Automated Toll System," *Glob. J. Res. Eng. Electr. Electron. Eng.*, vol. 13, no. 13, 2013.
- [3] A. Kalokylos, A. Groumas, V. Sarris, L. Katsikas, P. Magdalinos, E. Antoniou, Z. Politopoulou, S. Wolfert, C. Brewster, R. Eigenmann, and C. Maestre Terol, "A cloud-based Farm Management System: Architecture and implementation," *Comput. Electron. Agric.*, vol. 100, pp. 168–179, Jan. 2014.
- [4] V. Callaghan, "Buzz-Boarding; Practical Support for Teaching Computing Based on the Internet-of-Things," in *1st Annual Conference on the Aiming for Excellence in STEM Learning and Teaching*, 2012, no. April, pp. 1–5.
- [5] E. N. Yilmaz, "Education set design for smart home applications," *Comput. Appl. Eng. Educ.*, vol. 19, no. 4, pp. 631–638, Dec. 2011.
- [6] C. F. Panadero, J. V. Roman, and C. D. Kloos, "Impact of learning experiences using LEGO Mindstorms® in engineering courses," in *IEEE EDUCON 2010 Conference*, 2010, pp. 503–512.
- [7] D. L. Beaty, "Cloud Computing 101," *ASHRAE J.*, vol. 55, no. 10, pp. 88–93, 2013.
- [8] N. Sultan, "Cloud computing for education: A new dawn?," *Int. J. Inf. Manage.*, vol. 30, no. 2, pp. 109–116, 2010.
- [9] M. Despotović-Zrakić, K. Simić, A. Labus, A. Milić, and B. Jovanić, "Scaffolding Environment for e -Learning through Cloud Computing," *Educ. Technol. Soc.*, vol. 16, no. 3, pp. 301–314, 2013.
- [10] T. Ercan, "Effective use of cloud computing in educational institutions," *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 2, no. 2, pp. 938–942, 2010.

ABSTRACT

In this paper, a model of the platform for learning Internet of Things (IoT) which is based on the cloud platform oriented towards the use of web services is presented. The main objective of the designed model is to provide knowledge about IoT concepts, possibilities and business models to the students of business informatics. The second objective is to enable these students to develop elementary prototypes of IoT systems by using general purpose micro devices and cloud and service infrastructure. The labs based on the proposed model within the E-business Laboratory at the Faculty of organizational Sciences in Belgrade are described in the paper.

A PLATFORM FOR LEARNING INTERNET OF THINGS

Miloš Milutinović, Konstantin Simić, Aleksandra Labus, Zorica Bogdanović, Marijana Despotović-Zrakić