

Факултет техничких наука, Чачак
Агрономски факултет, Чачак
Електротехнички факултет, Београд

БЕЖИЧНА СЕНЗОРСКА МРЕЖА ЗА ПРАЋЕЊЕ МИКРОКЛИМАТСКИХ ПАРАМЕТАРА У ПЛАСТЕНИЦИМА

Пројекат: **Развој и моделовање енергетских ефикасних, адаптивних, вишепроцесорских и вишесензорских система мале снаге**

Ознака пројекта: **ТР 32043**

Руководилац пројекта: **Горан Димић**

Врста документа: **Техничка документација пројекта**

Степен поверљивости: **Поверљиво - интерно**

Одговорно лице: **Синиша Ранђић, email: sinisa.randjic@ftn.kg.ac.rs**

Реализатори: **Душан Марковић, Урош Пешовић, Ненад Јовичић, Синиша Ранђић**

САДРЖАЈ

1. КРАТАК ОПИС ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА	3
2. СТАЊЕ У СВЕТУ	5
3. ДЕТАЉАН ОПИС ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА	5
3.1 Увод	5
3.2 Спецификација система	6
3.2.1 Функционални захтеви.....	6
3.2.2 Интерфејси	7
3.2.3 Напајање	7
3.2.4 Услови рада и климо – механичке карактеристике.....	7
3.2.5 Цена.....	7
3.3 Архитектура система.....	7
3.3.1 Архитектура система.....	7
3.3.2 Архитектура хардвера.....	8
3.3.3 Архитектура софтвера и софтверско решење.....	9
3.4 Верификација прототипа	11
3.4.1 Верификација хардвера.....	11
3.4.2 Верификација софтвера	11
3.4.3 Верификација система	12
3.4.4 Тест процедуре.....	12

1. КРАТАК ОПИС ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

Примена од (dd.mm.gggg) 3. октобар 2014. године

Година: 2014

Одговорно лице: Синиша Ранђић

Опис:

Овим техничким решењем представљена је бежична сензорска мрежа заснована на уређајима мале потрошње енергије за праћење микроклиматских параметара. Под њима се подразумевају параметри окружења у различитим варијантама затворених простора као што су нпр. пластеници за повртарску производњу. Прикупљени подаци се преносе са сензорског уређаја бежичним путем до централног уређаја који игра улогу посредника између мреже и рачунара. Централни уређај је повезан са рачунаром на који се преносе подаци који могу бити преузети од стране корисника. На рачунару, који би био саставни део целокупног решења, може се покренути WEB сервер чиме би се омогућио приступ подацима из екстерне мреже односно Интернета. Систем је реализован тако да се бежични модули по укључивању самоиницијализују и одмах пријаве централном модулу – посреднику. Уређај посредник у сваком тренутку може да прозове остале модуле бежичним путем и да захтева извршење одређених задатака као што је мерење изабраних параметара. Пошто је на сензорски уређај прикључен сензор за мерење температуре и релативне влажности ваздуха управо ови параметри се могу прикупљати и представљају основ за праћење услова у разматраном затвореном простору као што је пластеник. Уређај посредник је повезан са рачунаром серијском жичном везом и на тај начин се остварује пренос података, при чему софтвер на покренутом WEB серверу може преузимати ове податке и користити их за даљу дистрибуцију за кориснике на Интернету. Бежични уређаји се напајају уз помоћ батерија од 1.5V уз допуњавање преко соларних панела што им омогућава независан рад. Систем прикупља податке са локација где су постављени бежични сензорски уређаји према захтевима дефинисаним на централном модулу добијених преко рачунара од корисника који могу приступити WEB серверу. Систем се може надоградити са другим сензорима микроклиматских услова или додатним хардвером за контролу актуатора са којима се могу контролисати услови у објекту (проветравање, загревање, одветљавање и сл.).

Техничке карактеристике:	Напон напајања:	7 ÷ 40 V
	Жилна мрежа:	Micro USB
	Интегрисана батерија:	Ni – MH, 1.5V, 1000mAh
	Пуњење батерије:	Fotonaponski panel

	Контролер:	СС430F55137
	Бежични модул:	СС1011 Chip
Техничке могућности:	Бежична сензорска мрежа за праћење параметара животног окружења пружа могућност прикупљања података о микроклиматским условима који се преносе до умреженог рачунарског система.	
Реализатори:	Марковић Душан, Пешовић Урош, Јовичић Ненад, Ранђић Синиша,	
Корисници:	Реализовано техничко решење примењује се у регистрованом пољопривредном газдинству број 746045000661 у власништву Мирославе Павловић, село Трбушани, општина Чачак. Такође, сежична сензорска мрежа за праћење животног окружења користи ће се у истраживачком раду на Факултету техничких наука у Чачку и Агрономском факултету у Чачку са циљем праћења микроклиматских услова пре свега у затвореном простору типа пластеници где је потребно надгледати услове производње поврћа, али и могућност њиховог контролисања.	
Подтип решења:	Прототип (M85)	

2. СТАЊЕ У СВЕТУ

У свету постоје системи за мониторинг микроклиматских услова у пластеницима који вредности параметара унутар затвореног окружења преносе бежичним путем до удаљених рачунарских система којима приступају корисници. Обично се ради о сензорском уређају унутар једног објекта који прикупља податке и шаље их на даљину уз помоћ придруженог GSM/GPRS бежичног уређаја. Поред прикључених сензора систем може управљати другим уређајима као што су вентилатори, грејачи, мотори за отварање прозора или осветљење и тако контролисати микроклиматске услове у објекту.

Пошто се у свету често могу видети пластеници или стаклене баште који заузимају велики простор обично је потребно поставити више сензорских модула унутар објекта. Тако да се сусрећу системи који имају више сензорских модула повезаних бежичним путем са главним модулом задуженим за слање података на даљину. Сличан систем би био погодан када се ради о већем броју мањих пластеника што је изгледна ситуација код мањих произвођача, какви преовладавају у Србији. У ту сврху потребно је одабрати решење које нема превисоку цену и испуњава основне захтеве надгледања микроклиматских услова у пластеницима, а при томе би требало да га карактерише што једноставнија поставка и употреба.

3. ДЕТАЉАН ОПИС ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

Представљено техничко решење потребно је сагледати кроз карактеристике које се односе на функционалне захтеве које је било неопходно задовољити, затим могуће начине за повезивање са окружењем, захтеве напајања, основне захтеве мерења микроклиматских услова и цену система у случају његове комерцијализације. Поред тога потребно је приказати компоненте система као и комплетну структуру система као једне целине.

3.1 Увод

Познавање микроклиматских услова у сваком тренутку код пољопривредне производње у пластеницима је посебно значајно пошто се ради о ограниченом простору и неконтролисани промене услова могу изузетно неповољно да утичу на биљке. Главни параметри чије вредности утичу на развој усева поред светлости су температура и релативна влажност ваздуха. Уколико њихове вредности прекораче граничне вредности могу имати погубан утицај на усева тако да се ове вредности на првом месту морају мерити и надгледати. Што се тиче ових параметара јако је важно одржавати оптималне услове у пластенику како би се несметано одвијали процеси транспирације, минералне исхране биљака и спречиле појаве разних физиолошких оштећења проузрокованих дефицитом неких специфичних хранива, као што је на пример калцијум. Поред тога контрола температурних режима и релативне влажности ваздуха користе се за превенцију биљних болести, посебно оних са различитим типовима трулежи који се развијају у условима високе релативне влажности ваздуха.

Пољопривредни произвођачи у нашој држави обично имају већи број релативно мањих пластеника у којима мере температуру и релативну влажност ваздуха преко уређаја постављених у објектима тако што визуелно читавају вредности са скале односно дисплеја и мануелно предузимају радње за контролу услова уколико је то потребно. Обично је набавка и имплементација система за аутоматско праћење и контролу услова у пластеницима сувише велика инвестиција за релативно мале произвођаче.

Како би се свакодневно обезбедили најбољи могући услови у пластеницима потребно је да лице одговорно за узгајање усева надгледа производњу са било локације што се може остварити системом за праћење односно реализацијом бежичне сензорске мреже чиме би се покрило више одвојених пластеника. Систем се састоји из више сензорских модула који податке са сензора бежичним путем преносе до централног модула – посредника. Централни модул је повезан са рачунаром и захтеви за мерењем као и резултати могу се преносити између модула и рачунара серијском везом. На рачунару може бити покренут WEB сервер и преко одговарајуће WEB апликације подаци могу бити доступни корисницима на било ком удаљеном месту где постоји приступ Интернету. Систем може упозорити корисника о постојању неповољних услова тако да се могу предузети одговарајуће акције како би се одржали најповољнији могући услови у пластенику. Примена једног оваквог система подразумева повезивање више објеката постављањем сензорских модула у одвојеним пластеницима, а затим се преко заједничког централног уређаја бежичним путем могу се прикупљати основни параметри окружења. Модули који представљају основне компоненте сензорске мреже представљају микроконтролерски засноване системе који већ имају интегрисана кола за пренос података путем радио таласа. Дате модуле карактерише релативно ниска цена, али и мала потрошња електричне енергије што утиче на њихове укупне перформансе, јер је у том случају потребно мање батеријско напајање уз додатак соларног панела за допуњавање батерија. Подаци који се прикупљају могу се чувати на рачунару и анализирати према потреби како би се утврдио тренд њихових промена и рекације корисника, као и њихов утицај на крајњи резултат производње односно приноса и квалитета усева у пластеницима.

3.2 Спецификација система

У опису спецификације система представљени су функционални захтеви бежичне сензорске мреже, начини повезивања у јединствени систем, карактеристике напајања како би постојао независан рад уређаја и захтеви по питању начина дистрибуције података.

3.2.1 Функционални захтеви

Бежична сензорска мрежа за праћење микроклиматских услова треба да пружи следеће могућности:

- **Самостална иницијализација и пријављивање модула** – Поједини бежични модули у систему након укључивања самостално се иницијализују и пријављују централном модулу тако да се налазе у листи доступних мерних претварача које се могу идентификовати као доступни и прозвати према потреби.
- **Прикупљање мерних података** – Систем прикупља податке тако што се захтев за подацима прослеђује од централног модула до одговарајућег сензорског модула који враћа измерене вредности са сензора. Подаци се преносе до рачунара где могу бити доступни преко WEB сервера и где се чувају у бази података.
- **Пренос података** – Доступност података корисницима остварује се уз помоћ покренутог WEB сервера тако да је приступ подацима могућ преко широко прихваћеног HTTP протокола.
- **Независност система** – Потпуно независан рад бежичних сензорских модула који чине мрежу могућ је користећи портабилна батеријска напајања која као додатак имају фотонапонски панел за допуњавање батерије.

3.2.2 Интерфејси

Бежични сензорски модули поседују интегрисано CC1101 коло које представља радио – фреквентни примопредајник мале снаге. Дати RF примопредајник је поред сензорских модула интегрисан исто и на централном модулу тако да се комуникације остварује бежичним путем коришћењем фреквенције 868MHz.

Комуникација сензорских модула са сензором SHT15 остварује се преко магистрале података односно са SMBus интерфејсом на сензору према прилагођеном протоколу који приближно одговара I²C спецификацији.

Веза између централног бежичног модула и рачунара за сада остварује се преко додатног хардвера који поседује мини USB интерфејс који се може искористити за комуникацију са рачунаром путем USB виртуелне серијске везе.

3.2.3 Напајање

Модули се напајају помоћу посебног батеријског напајања које садржи батерије од 1.5V уз додатак DC/DC конвертора за промену нивоа напона потребног за рад система. Употребљено батеријско напајање садржи и фотонапонски панел за допуњавање батерије уз могућност потпуног допуњавања батерије уколико је панел изложен светлости током 10 сати.

3.2.4 Услови рада и климо – механичке карактеристике

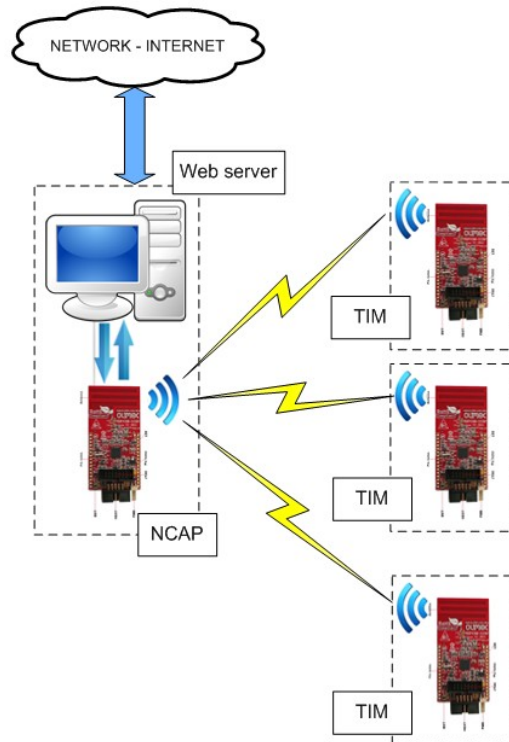
Уређај је предвиђен за рад у опсегу температура од -30°C до +50°C.

3.2.5 Цена

Комерцијална цена уређаја износи око 100 €. Цена уређаја зависи од одабраних сензора и броја модула који се планирају реализовати. У случају употребе сензора за мерење температуре и релативне влажности ваздуха са три бежична сензорска модула и једним централним бежичним модулом са батеријским напајањима уз додатак соларних панела цена би износила око 200€.

3.3 Архитектура система

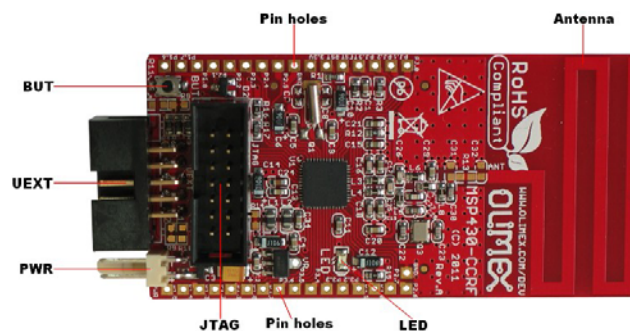
Бежична сензорска мрежа за праћење микроклиматских параметара састоји се од низа бежичних модула који комуницирају са централним модулом, а који је истовремено повезан са рачунаром на коме се складиште прикупљени подаци (слика 1). Подаци од интереса су на првом месту температура и релативна влажност ваздуха. При томе сензорски модули могу бити опремљени и другим сензорима за праћење микроклиматских услова. Систем је релизован према концепту паметних претварача тако да се састоји до два типа компоненти: ТИМ модул или сензорски модул и NSAP модул или централни модул. Овакав концепт је установљен према општем стандарду IEEE 1451.0 за паметне претвараче при чему је у овом случају саставни део NSAP модула придружени рачунар са покренутим WEB сервером. Да би се испоштовао стандард потребно је обезбедити приступ подацима према опште познатом формату преко HTTP протокола. Из тог разлога корисници приступају подацима на WEB серверу у складу са стандардом IEEE 1451.0 којим се формулише интерфејс за сервисе претварача и на тај начин се обезбеђује приступ тј. повезивање система за надгледање са екстерном мрежом.



Слика 1. Приказ система бежичне сензорске мреже за праћење микроклиматских услова

3.3.1 Архитектура хардвера

Основа модула који чине градивне компоненте бежичне сензорске мреже за праћење микроклиматских услова јесте микроконтролер са ознаком CC430F5137. На једној плочици може се наћи наведени микроконтролер CC430F5137IRGZ као један од елемената из групе микроконтролера мале потрошње заједно са већ интегрисаном подршком за бежични пренос мерних података. На слици 2. је представљена је једна таква развојна плочица MSP430-CCRF која садржи поменути микроконтролер са интегрисаним CC1101 RF примопредајником. При томе MSP430-CCRF може да оствари комуникацију путем радио везе са другим уређајима који такође садрже CC1101 RF компоненту.



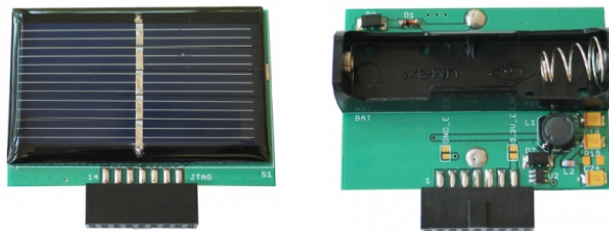
Слика 2. MSP430-CCRF са CC430F5137 микроконтролером и RF примопредајником

Приказани микроконтролер CC430F5137IRGZ може се напајати у широком опсегу напона од 1,8V до 3,6V. Карактерише га 16-битна RISK архитектура, проширива меморија и системски сат до 20MHz. Поред тога садржи 12-битни A/D конвертор, два 16-битна тајмера и компаратор. Потрошња енергије приказана је у табели 1. за различите режиме рада.

Табела 1: Потрошња код CC430F5137 микроконтролера

Режим рада	Потрошња
CPU активни режим	160 μ A/MHz
Standby режим	2.0 μ A
Off режим	1.0 μ A
Радио у RX режиму	15 mA, 250 kbps, 915 MHz

MSP430-SOLAR батеријско напајање може садржати и соларни панел као што је приказано на слици 3. како би се остварило што дуготрајније аутономно напајање уређаја. Модул који представља MSP430-SOLAR прикладан је за пуњиве батерије до 800mAh при чему батерије могу бити допуњене до 100% уколико је соларни панел изложен сунчевој светлости током 10 сати.



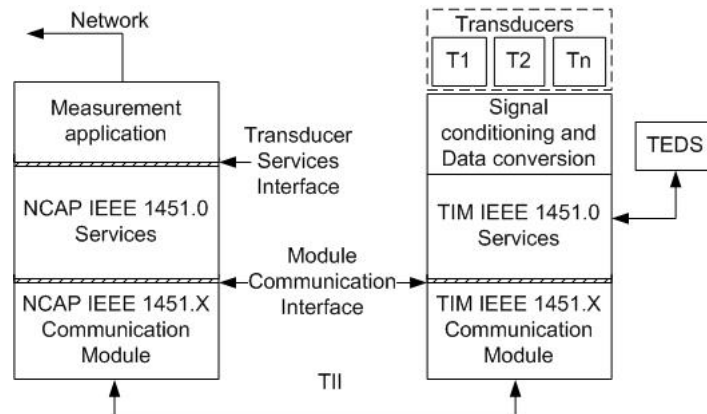
Слика 3. MSP430-SOLAR напајање

Примене уређаја који користе овакав тип микроконтролера односе се на бежичне аналогне и дигиталне сензорске системе, мерење електричних вишефазних система, аутоматизацију у зградама, безбедоносне системе, системе надгледања и многа друга решења која захтевају RF комуникацију за ниску потрошњу енергије.

SHT15 представља дигитални сензор који се састоји из силицијумског сензора за мерење температуре ваздуха и капацитивног сензорског елемента за мерење влажности ваздуха. Сваки SHT15 сензор је засебно калибрисан у комори са прецизно регулисаном влажношћу ваздуха при чему су калибрациони коефицијенти ускладиштени у интерној меморији сензора. Комуникација са сензором се стварује помоћу дигиталног комуникационог SMBus интерфејса који се налази на сензору. SHT15 сензор одликује јако ниска потрошња електричне енергије од 3mW у радном и 5 μ W у неактивном режиму са напоном напајања који се може кретати од 2.4 до 5.5V.

3.3.2 Архитектура софтвера и софтверско решење

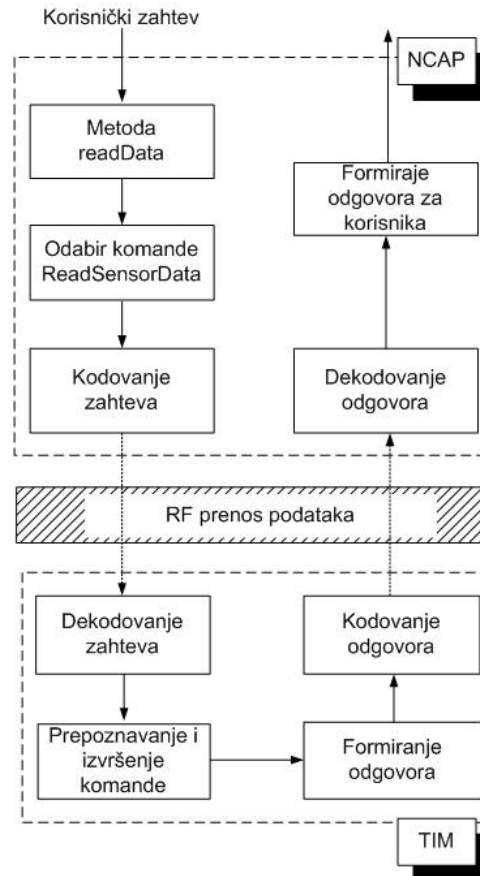
Софтверско решење за систем праћења параметара окружења посредством бежичне сензорске мреже састоји се од софтверске подршке за модуле засноване на микроконтролерима који бежично комуницирају и размењују податке, као и софтверске апликације које се реализује на WEB серверу који је задужен да омогући приступ подацима из спољне мреже. Софтверска подршка на бежичним модулима остварена је у програмском језику C и намењена је конкретно за хардвер коришћен у овом систему, а то је уређај MSP430-CCRF. Поред тога са сајта произвођача уређаја преузете су развијене библиотеке програмског кода за неке стандардне функције. Једна од таквих презутих сегмената програмског кода, намењена за бежични пренос података је искоришћена за бежично прослеђивање података између уређаја MSP430-CCRF. Пошто је систем реализован према концепту паметних претварача потребно је било реализовати преостали део кода који би одговарао стандардизованом начину усаглашавања свих његових делова према слици 4, поштујући стандард IEEE 1451.0.



Слика. 4. Референтни модел стандарда IEEE 1451.0

У ту свхру потребо је било реализовати методе које одговарају NCAP IEEE 1451.0 Service интерфејсу којима корисничка апликација директно приступа. Једна од тих је и *read* метода за читање податка са претварачких канала на којима се налазе сензори. Поред тога стандардом су дефинисане команде које се задају на NCAP делу система и које сходно утврђеном правилу треба да се изврше на TIM компонента које у овом случају представљају сензорски модули.

При укључивању сензорског модула врши се његова самоиницијализација и пријављивање у систем тако што централни модул добија податке бежичним путем који указују на његово присуство и доступност за процес мерења. Преостали део свеобухватног тока података односно процесирања захтева од корисника који обезбеђује софтвер система приказан је на слици 5.



Слика 5. Блок шема софтвера за пренос података од места мерења до корисника

WEB сервер који је покренут на рачунару је релизован уз помоћ Apache HTTP сервера. При томе је коришћен PHP script језик за креирање серверског дела софтвера као и MySQL за базу података. Кориснички захтев у виду HTTP GET захтева стиже до WEB сервера где се исти процесира и анализира се његов садржај. На основу захтева прозива се одговарајућа метода NCAP интерфејса што је на слици 5. представљено преко readData методе за читање података са сензора. Након тога одабира се стандардом дефинисана команда за читање сензорских података и целокупни захтев се кодује у низ бајтова који ће бити прослеђени бежичним путем до сензорских модула. На страни одабраног сензорског модула коме се захтев прослеђује исти се декодује, идентификује се задата команда која се затим извршава и добијају се резултати мерења у овом случају. Даље, формира се одговор за централни модул који се исто кодује и спрема за пренос бежичним путем. Када се добије одговор са резултатима врши се њихово декодовање на серверу, преузима се резултат који се смешта у базу података и формира се HTTP одговор за крајњег корисника.

3.4 Верификација прототипа

Пре и током непосредног коришћења развијеног уређаја спроведена је верификација рада његових подсистема, као и уређаја као целине.

3.4.1 Верификација хардвера

Верификација хардвера је вршена према дефинисаним процедурама, а мерења су вршена на мерним местима на реализованом уређају:

- Прва процедура се односи на визуелни преглед штампане плоче и обухвата проверу квалитета штампаних веза и лемова као и присутност и правилност оријентације компоненти. Утврђено је да су квалитет штампаних веза и лемова на задовољавајућем нивоу као и да су све присутне компоненте правилно оријентисане.
- Друга процедура се односи на проверу квалитета напајања у систему. Прва фаза ове процедуре је омска провера напајања којом је потврђено да нема кратких спојева у електричном пројекту. Следећа фаза је провера појединачних напајања пре повезивања са остатком плоче, која је показала да напајања генеришу напоне у специфицираним границама. Мерење напона напајања након повезивања са остатком плоче се вршило при активном reset сигналу и утврђено је да су сви напони у специфицираним границама.
- Трећа процедура представља проверу функционалности reset кола. Утврђено је да reset коло држи активним reset сигнал док је притиснут reset тастер.
- Четврта процедуром је верификована комуникација између рачунара и централног сензорског уређаја
- Пета процедура испитује функционалност интерфејса ка сензорима
- Последња, шеста процедура је била провера потрошње уређаја при чему измерена просечна потрошња енергије која износи 20mA.

3.4.2 Верификација софтвера

Извршена је верификација софтвера тако што су испробани сви сегменти система за праћење. Прво је тестиран сензорски модул и на тај начин су проверене вредности које се добијају директно са сензора. Вредности које се добијају на сензорском модулу пореде се са вредностима које даје један други већ проверени сензорски систем

заснован на Microchip PIC микроконтролеру који се налази на истом месту и под истим условима.

Део софтвера за бежичну комуникацију централног модула са сензорским модулима проверен је тако што су слати захтеви за добијање измерених података, а као одговор је прослеђиван низ унапред познатих података.

Пренос података жичном везом између централно уређаја и рачунара тестиран је тако што су подаци из софтверског решења на WEB серверу слати на одређени порт рачунара на који је повезан централни уређај заснован на микроконтролеру и као одговор су враћана исти ти подаци чије је поређење на крају вршено.

Приступ систему који је базиран на концепту паметних претвараача остварује се приступом методама сервисног интерфејса што је дефинисано стандардом IEEE 1451.0. У овом случају приступ се практично остварује према HTTP серверу тако да је тестирање спроведено прослеђивањем HTTP GET захтева при чему се као одговор очекује резултат који враћа прозвана метода стандардног интерфејса.

Упис вредности у базу података и преузимање података према одређеним критеријумима из базе тестирани су постављањем одређеног тестног случаја при чему су подаци добијени из базе према дефинисаним критеријумима упоређивани са већ познатим вредностима који испуњавају те услове.

Кориснички приказ на WEB страници је тестиран тако што је верификована тачност приказаних података према њиховим реалним вредностима који се чувају у бази података.

3.4.3 Верификација система

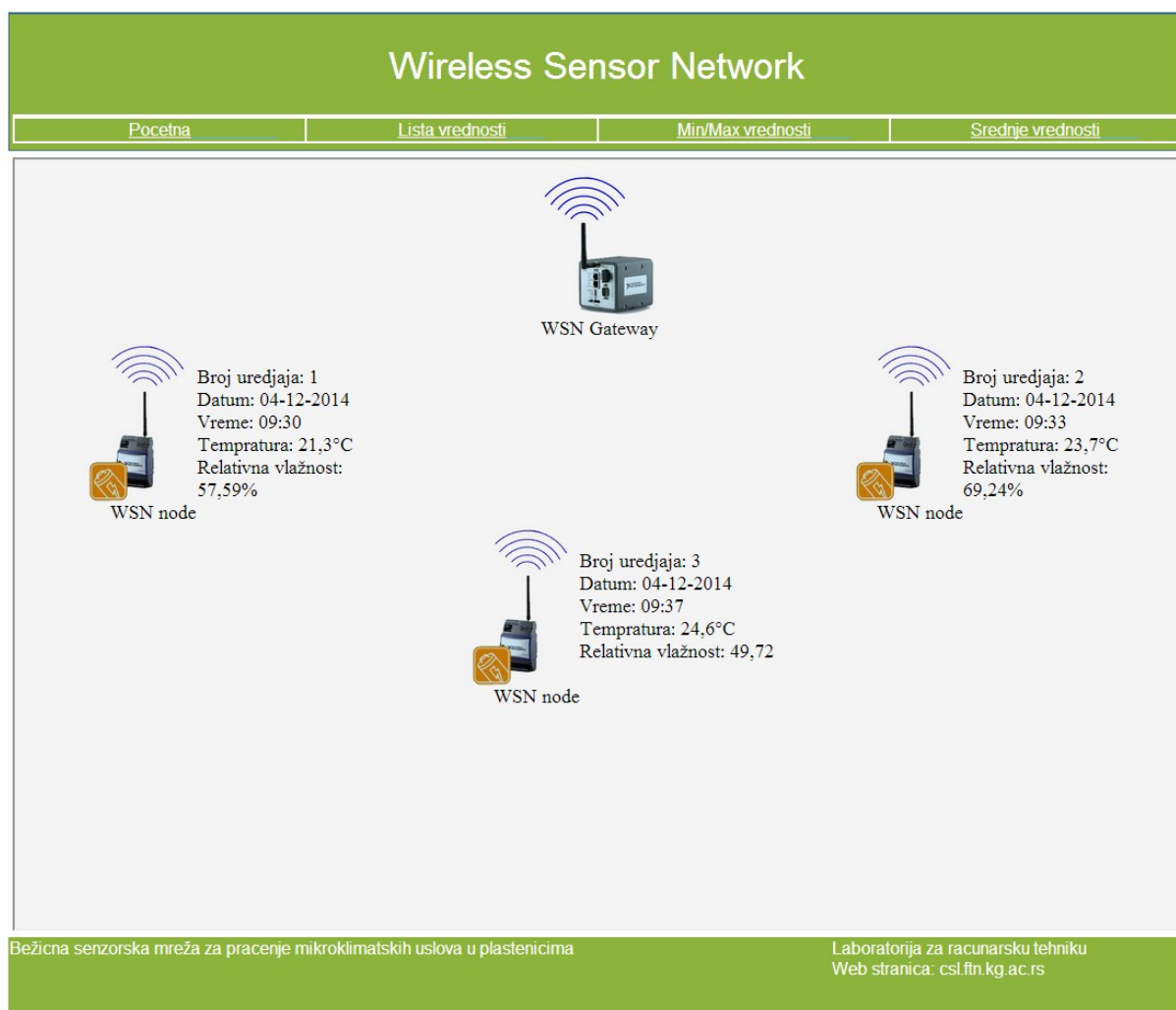
Верификација система представља проверу функционалности прототипа у целости. Тестирање бежичног система за праћење микроклиматских услова прво је извршено на изабраним локалитетима тако што су подаци добијени са различитих сензорских модула верификовани у односу на вредности параметара у сензорском окружењу. При томе је целокупни систем, којем приступа крањи корисник, а кога још сачињава и апликација на рачунару тестиран је тако што су приказани подаци на WEB страници верификовани у односу на услове у којима се сензори реално налазе.

3.4.4 Тест процедуре

Прва тест процедура односи се на процес мерења вредности параметара окружења и прослеђивање података до централног уређаја. Процес мерења се спроводи преко сензорских модула на које су прикључени пре свега сензори за мерење температуре и релативне влажности ваздуха. Систем се активира и врши мерења у једносатном тестном периоду при чему се вредности параметара тог истог окружења у истим тренуцима мерења могу добити уз помоћ једног другог већ провереног система. Подаци се након мерења преносе бежичним путем до централног модула који те исте податке прослеђује у рачунар где се чувају и овај поступак се понавља до краја тестног периода. Након завршетка прикупљања података врши се њихово поређење са вредностима из листе независног записа вредности добијене од референтног уређаја у истим тренуцима мерења за време тестног периода.

Друга тест процедура остварена је провером података са стране корисника приступом систему за праћење преко WEB сервера. Подаци који се посредством централног уређаја прикупљају са сензорских модула преносе се до рачунара и чувају у бази података за даљу анализу, а при томе готово истовремено се могу приказати и на WEB страници. Тренд промене вредности параметара могу се пратити од стране корисника са било ког места где постоји приступ Интернету. Спроведена тест процедура служи да верификује тачност података које систем пружа крајњем кориснику. Вредности приказане на WEB страници пореде се са забележеним вредностима

окружења који одговарају тренуцима и локалитетима на којима је спроведен процес мерења (слика 6.).



Слика 6. Приказ података са сензорских модула на WEB страници

Након успешно спроведених тест процедура може се закључити да систем за праћење микроклиматских услова у потпуности испуњава постављене захтеве у погледу функционалности.

ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА У ЧАЧКУ
УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ
Број 37 – 2869/17
10. 12. 2014. год.
Ч А Ч А К

На основу члана 84. Статута Факултета техничких наука факултета,
Наставно-научно веће, на седници одржаној 10. децембра 2014. год., донело је

О Д Л У К У
о именовану рецензената

I Именују се рецензенти за техничка решења:

а) под називом **"Клијент – сервер систем за географско обележавање објеката"**, и то:

1. **Др Слободан Обрадовић, ванр. проф.,** Електротехнички факултет, Универзитет Источно Сарајево,
2. **Др Горан Јовановић, ванр. проф.,** Електронски факултет Ниш.

б) под називом **"Бежична сензорска мрежа за праћење микроклиматских параметара у пластеницима"**, и то:

1. **Др Миле Стојчев, ред. проф.,** Електронски факултет, Ниш,
2. **Др Мило Томашевић, ванр. проф.,** Електротехнички факултет, Београд.

в) под називом **"SMS пастир"**, и то:

1. **Др Бранислав Петровић, ред. проф.,** Електронски факултет, Ниш,
2. **Др Мило Томашевић, ванр. проф.,** Електротехнички факултет, Београд,
3. **Др Татјана Николић, доцент,** Електронски факултет, Ниш.

Доставити:

- именованима,
- архиви ННВ.



ДЕКАН

ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА
Проф. др Јерослав М. Живанић, дипл. инж. ел.

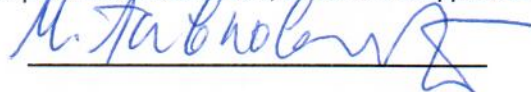
Потврда корисника

„Бежична сензорска мрежа за праћење микроклиматских параметара у пластеницима“ - техничко решење

У оквиру пројекта технолошког развоја ТР32043 под називом „Развој и моделовање енергетски ефикасних, адаптивних, вишепроцесорских и вишесензорских система мале снаге“, од стране истраживача са Агрономског факултета у Чачку и Факултета Техничких Наука у Чачку, Универзитета у Крагујевцу, реализовано је наведено техничко решење, које се примењује у регистрованом пољопривредном газдинству бр. 746045000661, у власништву Мирославе Павловић, село Трбушани, општина Чачак. Техничко решење има примену у надгледању температуре и релативне влажности ваздуха у пластеницима са повртарском производњом, од новембра 2014. године. Мерење и контрола микроклимата, првенствено режима температуре и релативне влажности ваздуха највећу примену налази у производњи поврћа у заштићеним просторима. Разлози наведеног су вишеструки, јер наведени параметри у оптималним границама на првом месту пружају услове за неометан раст и развој гајених биљака, а имају велику улогу и у процесима транспирације и саме минералне исхране биљака, као и у превенцији од биљних болести.

Чачак, 23. децембар 2014. године

Мирослава Павловић, власник газдинства



РЕЦЕНЗИЈА ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

1. Подаци о техничком решењу

Назив техничког решења:	Бежична сензорска мрежа за праћење микроклиматских параметара у пластеницима
Категорија техничког решења:	M85
Назив пројекта:	Развој и моделовање енергетских ефикасних, адаптивних, вишепроцесорских и вишесензорских система мале снаге
Ознака пројекта:	TR 32043
Руководилац пројекта:	Горан Димић
Организација:	Факултет техничких наука, Чачак, Агрономски факултет, Чачак, Електротехнички факултет, Београд
Одговорно лице	Синиша Ранђић, email: rasin@ftn.kg.ac.rs
Реализатори:	Душан Марковић, Урош Пешовић, Ненад Јовичић, Синиша Ранђић

2. Евалуација техничког решења

- Сажетак описа техничког решења:* Разматрано техничко решење – бежична сензорска мрежа за праћење микроклиматских параметара у пластеницима представља самостални система за праћење физичких величина које битно утичу на услове у којима се одвија повртарска производња. Сензорска мрежа је посредством једног од чворова у мрежи, који има функцију преносника повезана са рачунаром преко кога корисници могу да преузимају прикупљене податке. Покретањем WEB сервера на централном рачунару могуће је подацима приступити из из спољашње мреже посредством Интернета.
- Релевантност техничког решења за примењену област:* Повртарска производња у пластеницима у Србији све више добија на значају. Међутим, примена савремених технолошких достигнућа на плану праћења микроклиматских услова у којима се ова производња одвија још увек није заживела у већем обиму. Систем који се предлаже у оквиру овог техничког решења представља велики корак ка увођењу савремене технике и технологије у пољопривредну производњу. Коришћењем оваквог система пољопривредни произвођач, као његов корисник биће у прилици да одговарајућим радњама у пластенику утиче на његову микроклиму, чиме се обезбеђују бољи услови за раст биљака и постизање већег приноса. Надградњом овог система у смислу додавања потребних актуатора може се добити систем са могућношћу аутоматског утицаја на микроклиму у пластеницима. На тај начин би се створили услови за даље подизања квалитета повртарске производње у пластеницима.
- Проблем који се решава:* Разматрано техничко решење настало је из потребе да се обезбеде услови за повртарску производњу у пластеницима. Пољопривредни произвођачи у Србији по правилу поседују мање пластенике, при чему њихов број може бити већи. У таквим условима погодно је коришћење сензорских чворова, који се користе за праћење релевантних микроклиматских параметара,

који са окружењем могу да комуницирају бежичним путем. С обзиром да конфигурација пластеника током производне сезоне може да се мења из године у годину није погодно жично повезивање сензора са централним рачунаром, јер би се могло десити да се мрежна инфраструктура сваке године мења. Сходно томе коришћење мреже бежичних сензора намеће се као најбоље решење, јер се мрежа може лако проширивати и смањивати у зависности од броја пластеника и потребних сензорских чворова на нивоу пластеника. Могућношћу самоиницијализације и аутоматског пријављивања на мрежу обезбеђено је лако додавање нових сензорских чворова у случају проширивања мреже због повећања броја пластеника. Ово значајно поједностављује рад са развијеним системом и додатно смањује трошкове његове експлоатације.

4. *Стање решености истог проблема у свету:* Бежичне сензорске мреже су веома брзо нашле примену у пољопривреди и управо коришћење пластеника била је једна од области где су се ове мреже прво почеле користити. На тржишту се може наћи велики број комерцијалних система који омогућавају праћење и регулисање микроклиматских услова у пластеницима ради обезбеђивања што бољих услова за пољопривредну, пре свега повртарску производњу. Међутим, величина броја пластеника по локацији као и општи услови пољопривредне производње у пластеницима у Србији не представљају погодне објекте за такве системе надзора и управљања микроклимом. Имајући то у виду, систем развијен у оквиру разматраног техничког решења представља добру основу за даља истраживања на плану стварања услова за интензивнију пољопривредну производњу у пластеницима на територији Србије.
5. *Квалитет објашњења и описа решења:* Приказано техничко решење на јасан начин приказује развијени уређај, циљеве са којима је развијан и могућности његове даље надградње. Опис је праћен илустрацијама које додатно подижу квалитет приказа.
6. *Применљивост резултата рада:* Иако је систем концептуално намењен примени у конкретном облику пољопривредне производње он се уз одговарајуће адаптације може применити и у другим областима пољопривредне производње, нпр. у воћњацима, виноградима и наравно повртарској производњи на отвореном. Такође, систем се може применити за праћење микроклиматских параметара у радним просторијама почев од канцеларија до производних хала и складишта. Систем обезбеђује и модуларност са аспекта прикључивања других сензора чиме се омогућава праћење ширег скупа физичких величина које могу да утичу на услове за обављање различитих активности. Што се тиче цене очекује се да развијени систем буде веома прихватљив потенцијалним корисницима.
7. *Научни допринос:* Научни допринос овог решења се огледа пре свега у реализацији система који омогућује дефинисање нових и проверу постојећих концепта праћења ефеката пољопривредне, а посебно повртарске производње у пластеницима у функцији вредности критеријумских микроклиматских параметара. Такође, реализовани систем омогућава даља истраживања у области дистрибуиране обраде података добијених са просторно размештених сензора.

ОПШТА ОЦЕНА КВАЛИТЕТА РАДА: Решење је комплетно и квалитетно урађено.

Да ли се техничко решење прихвата (Да или Не): Решење се прихвата.

3. Квалитети техничког решења

Примарна особина реализованог техничког решења се односи на његову модуларност и аутономност. На уређај се могу додавати нови сензори чиме се подручје

примене може проширити. Коришћењем фотонапонског панела батерија, којом се напаја уређај, може се допуњавати практично је обезбеђена аутономност уређаја.

Друга особина која карактерише развијени систем односи се на стандардизовану архитектуру софтвера, који се реализује на WEB серверу, а која обезбеђује флексибилност у погледу броја података који ће бити прихваћени са из бежичне сензорске мреже која прати микроклиматске параметре у затвореним просторима, у конкретном случају у оквиру пластеника намењених првенствено повртарској производњи.

4. Примедбе на техничко решење

4.1 Суштинске примедбе

Немам суштинских примедби на ово техничко решење.

4.2 Ситније примедбе

У Нишу, 19. децембра 2014. године

Рецензент

проф. др Миле Стојчев



РЕЦЕНЗИЈА ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

1. Подаци о техничком решењу

Назив техничког решења:	Бежична сензорска мрежа за праћење микроклиматских параметара у пластеницима
Категорија техничког решења:	M85
Назив пројекта:	Развој и моделовање енергетских ефикасних, адаптивних, вишепроцесорских и вишесензорских система мале снаге
Ознака пројекта:	ТР 32043
Руководилац пројекта:	Горан Димић
Организација:	Факултет техничких наука, Чачак, Агрономски факултет, Чачак, Електротехнички факултет, Београд
Одговорно лице	Синиша Ранђић, email: rasin@ftn.kg.ac.rs
Реализатори:	Душан Марковић, Урош Пешовић, Ненад Јовичић, Синиша Ранђић

2. Евалуација техничког решења

- Сажетак описа техничког решења:* Бежична сензорска мрежа за праћење микроклиматских параметара у пластеницима реализована је као аутономни систем за аквизицију физичких величина које одређују услове у којима се одвија повртарска производња у пластеницима. Сензорска мрежа је преко сензора – преносника повезана на рачунар који корисницима омогућава увид у прикупљене податке. Могућношћу покретања WEB сервера на датом рачунару обезбеђује се приступ прикупљеним подацима и посредством Интернета.
- Релевантност техничког решења за примењену област:* Иако је пољопривредна, а пре свега повртарска производња у пластеницима у Србији све више заступљена, примена техничко – технолошких достигнућа у њој још увек није нашла ширу примену. Систем за праћење микроклиматских услова у пластеницима, који се предлаже у оквиру разматраног техничког решења представља значајна корак у том правцу. На бази прикупљених података пољопривредни произвођач моћи ће да утиче на микроклиму са циљем стварања бољих услова за производњу. Развијени систем може да се надгради у смислу аутоматизације процеса одржавања микроклиматских услова на жељеном нивоу.
- Проблем који се решава:* У оквиру разматраног техничког решења решавају се неки проблеми везани за пољопривредну производњу у пластеницима, пре свега са аспекта одржавања потребних микроклиматских услова. С обзиром да се пољопривредна производња у пластеницима у Србији углавном одвија у оквиру мањих пластеника оцењено је да би примена мобилних сензорских чворова, који имају могућност бежичне комуникације са окружењем била веома погодна за такве услове пољопривредне производње. На тај начин је могуће једноставно реконфигурисање система – мреже у којима се остварује прикупљање података у случају да се додају нови пластеници током године. У развијеној мрежи су примењени концепти који омогућавају лако пријављивање

- или одјављивање сензорских чворова на мрежу, што обезбеђује реконфигурацију бежичне сензорске мреже.
4. *Стање решености истог проблема у свету*: Праћење микроклиматских и других услова у пластеницима, били су једно од места где су бежичне сензорске мреже прво нашле примену у области пољопривреде. Захваљујући томе постоје комерцијална решења уређаја намењених за дату примену. Имајући у виду да се пољопривредна производња у пластеницима у Србији, у највећем броју случајева, значајно разликује од оне каква се примењује у свету дата решења нису погодна за примене у пластеницима какви се срећу у Србији. Сходно томе реализовано техничко решење нуди систем који је примерен условима пољопривредне производње у пластеницима, каква се практикује у Србији. Осим тога процењена цена реализованог система је релативно нижа у односу на сличне системе у свету.
 5. *Квалитет објашњења и описа решења*: Опис техничког решења је добро структуриран и изложен јасним језиком. Приложене слике добро одражавају реализоване идеје и концепте и обезбеђују лако праћење описа техничког решења.
 6. *Применљивост резултата рада*: Без обзира што је развијени систем иницијално намењен за подршку повртарској производњи у пластеницима то не представља ограничење у погледу његове примене и за подршку пољопривредној производњи на отвореном. Осим тога не постоје сметње да се овај систем користи и за праћење микроклиматских услова и у другим радним и производним просторима. Релативно јефтине сензорске компоненте уз лако реструктурирање сензорске мреже обезбеђују ниске трошкове у експлоатацији овог система, што додатно пружа услове за широку примену система развијеног у оквиру разматраног техничког решења.
 7. *Научни допринос*: Поред доприноса у погледу непосредних решења која су уграђена у развијени систем треба указати и на допринос на плану могућности коришћења овог система за истраживање утицаја примене савремених техничко – технолошких средстава на ефикасност пољопривредне производње. Коришћење оваквог система може да буде применљиво и за даља истраживања на плану постизања већег степена енергетске ефикасности у сензорским мрежама у условима захтева за преносом велике количине информација.

ОПШТА ОЦЕНА КВАЛИТЕТА РАДА: Решење је комплетно и квалитетно урађено.

Да ли се техничко решење прихвата (Да или Не): Решење се прихвата.

3. Квалитети техничког решења

Један од главних квалитета реализованог техничког решења тиче се стандардизације структуре развијеног софтвера на серверској страни. Захваљујући томе у систему је обезбеђена флексибилност у погледу броја података који се могу прихватити из бежичне сензорске мреже, њиховог памћења, обраде и дистрибуције до крајњег корисника.

Важна карактеристика развијеног система односи се на његову аутономност, која се обезбеђује батеријским напајањем и могућношћу допуњавања батерија коришћењем фото – напонских панела. Такође, систем је развијен на принципима модуларности, јер је омогућено једноставно додавање нових сензорских чворова.

4. Примедбе на техничко решење

4.1 Суштинске примедбе

Немам суштинских примедби на ово техничко решење.

4.2 Ситније примедбе

У Београду, 22. децембра 2014. године

Рецензент

др Мило Томашевић, ванр. проф.

ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА У ЧАЧКУ
УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ
Број 38 – 2968/10
24. 12. 2014. године
Ч А Ч А К

На основу члана 84. Статута Факултета техничких наука, Наставно – научно веће,
на седници одржаној 24. децембра 2014. године, донело је

О Д Л У К У

- I ПРИХВАТА СЕ извештај рецензената за техничко решење под називом „Бежична сензорска мрежа за праћење микроклиматских параметара у пластеницима“, чији су аутори Душан Марковић, асистент, Агрономски факултет, Чачак, мр Урош Пешовић, асистент, Факултет техничких наука, Чачак, др Ненад Јовичић, доцент, Електротехнички факултет, Београд и др Сениша Ранђић, ред. проф., Факултет техничких наука, Чачак.
- II Техничко решење је реализовано у оквиру Пројекта број ТР32043, који финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја.
- III Извештај рецензената из тачке I, саставни је део ове Одлуке.

Доставити:

- именованима
- продекану за науку и међународну сарадњу
- архиви ННВ

ДЕКАН

ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Проф. др Јерослав Живанић, дипл. инж. ел.

