

# Техничко рјешење

## Назив техничког рјешења

Систем за праћење загађења ваздуха проузрокованог саобраћајем заснован на IoT технологији

## Аутори рјешења

**Гордана Јогановић**, Саобраћајни факултет Добој, Универзитет у Источном Сарајеву, Босна и Херцеговина, Република Српска

**Горан Јаушевац**, Саобраћајни факултет Добој, Универзитет у Источном Сарајеву, Босна и Херцеговина, Република Српска

**Владимир Бртка**, Технички факултет "Михајло Пупин" Зрењанин, Универзитет у Новом Саду, Србија

**Жељко Стојанов**, Технички факултет "Михајло Пупин" Зрењанин, Универзитет у Новом Саду, Србија

**Далибор Добриловић**, Технички факултет "Михајло Пупин" Зрењанин, Универзитет у Новом Саду, Србија

**Јелена Стојанов**, Технички факултет "Михајло Пупин" Зрењанин, Универзитет у Новом Саду, Србија

**Мирослав Костадиновић**, Саобраћајни факултет Добој, Универзитет у Источном Сарајеву, Босна и Херцеговина, Република Српска

**Зоран Ћургуз**, Саобраћајни факултет Добој, Универзитет у Источном Сарајеву, Босна и Херцеговина, Република Српска

**Александар Стјепановић**, Саобраћајни факултет Добој, Универзитет у Источном Сарајеву, Босна и Херцеговина, Република Српска

**Горан Кузмић**, Саобраћајни факултет Добој, Универзитет у Источном Сарајеву, Босна и Херцеговина, Република Српска

**Мирко Стојчић**, Саобраћајни факултет Добој, Универзитет у Источном Сарајеву, Босна и Херцеговина, Република Српска

## Врста техничког рјешења

Прототип (R<sub>85</sub>)

## Наручилац рјешења

Саобраћајни факултет Добој

## Корисник рјешења

Саобраћајни факултет Добој

## Година израде рјешења

2018–2020.

## Област технике на коју се техничко рјешење односи

Информационе технологије, IoT технологије

## Рјешење прихваћено од

1. Саобраћајног факултета у Добоју
2. Наставно-научног вијећа Саобраћајног факултета у Добоју, Универзитет у Источном Сарајеву

## Начин верификације рјешења

Преглед техничке документације рјешења и тестирање рјешења у оквиру Техничко лабораторијског центра Саобраћајног факултета у Добоју

## Начин коришћења резултата

Рјешење се користи за континуирано праћење загађења ваздуха проузрокованог саобраћајем. Техничко рјешење је развијено у оквиру пројекта “**Смарт систем заснован на IoT технологији намјењен за праћење саобраћајног загађења ваздуха**”, број пројекта 19.030/3-2-25-2/19, који је финансиран од стране Министарства за научнотехнолошки развој, високо образовање и информационо друштво Републике Српске.

## 1. Увод

Загађење ваздуха због велике концентрације честица у посљедњих неколико година премашује граничне вриједности постављене кроз директиве ЕУ о квалитету амбијенталног ваздуха, као и препоруке свјетске здравствене организације о квалитету ваздуха [1]. Нарочито велики проблем је изложеност становништва загађењу у урбаним срединама, што има значајни утицај на здравље становништва и негативне посљедице на цио екосистем. Због тога је континуирано праћење загађености ваздуха са циљем откривања критичних области у урбаним срединама битно за квалитет живота. У ту сврху, према препорукама Европске агенције за животну средину (European Environment Agency) потребно пратити концентрацију одређених честица, као што су  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ ,  $O_3$ ,  $NO_2$ ,  $WpP$  и  $SO_2$ , и на основу тога утврдити трендове и препоруке за унапређење квалитета ваздуха. Упркос недавном усвајању строжих прописа о емисијама издувних гасова из возила, сектор транспорта остаје главни фактор загађења на глобалном нивоу [2]. Истраживања о утицају саобраћаја у урбаним срединама спроведена у урбаној области града Ванкувера, Британска Колумбија, указују да постоји значајна корелација између нивоа загађења ваздуха и буке произроковане саобраћајем и да оне имају значајан утицај на болести становништва у урбаној средини [3].

Медицинска истраживања су довела до препознавања растућег значаја загађења ваздуха повезаног са саобраћајем у развијеним и мање развијеним земљама [4]. Друмски саобраћај није загађивач „број један“ у Босни и Херцеговини, али је превише присутан у урбаним срединама да би се могао занемарити, што указује на потребу да се систематски приступи проблему мјерења загађења ваздуха као посљедице друмског саобраћаја [5]. Детаљан преглед примјене бежичних сензорских мрежа за мјерење загађења ваздуха је приказан у раду [6], са посебним освртом на примјењене методологије истраживања, употребљене микроконтролере и комуникационе уређаје, сензоре за детекцију полутаната ваздуха, локације за тестирање и перформансе система. Аутори указују да је најпрактичнији и економски најисплативији начин мониторинга загађења ваздуха заснован на микроконтролерски базираним IoT системима [6].

### 1.1. Потреба за увођењем техничког рјешења

На тржишту се данас може пронаћи значајан број система који омогућавају праћење загађења ваздуха услед друмског саобраћаја. Постојећа рјешења су најчешће базирана на мобилним технологијама, примјени интернета ствари (Internet of Things, IoT), савременим дистрибуираним софтверским архитектурама и комплексним анализама велике количине података.

На основу систематског прегледа литературе који се односи на преглед алата и техника за процјену изложености загађењу ваздуха и буци од друмског саобраћаја, утврђено је да 84% студија користи просјечне скупове података на дневном или годишњем нивоу, док само 12% студија користи податке о саобраћају на нивоу сата [7]. Резултати анализе указују да не постоји јасна корелација између загађености ваздуха и буке (корелације имају вриједности у опсегу од 0,05 до 0,74), а у многим студијама нема довољно информација да би се сагледали сви фактори који утичу на резултате (атрибути саобраћаја, просторни распоред објеката у урбаним срединама и метеоролошки услови). На основу систематске анализе студија, Khan и сарадници [7] указују да је потребно развијати алате и методе који ће за дати контекст омогућити добијање најпоузданијих показатеља загађености ваздуха који се потом могу искористити за планирање и спровођење студија заштите здравља становништва и заштите животне средине.

### 1.2. Стање рјешености проблема у свијету

У овој секцији су приказана нека од сличних техничких рјешења која су пројектована и имплементирана у свијету. С обзиром на сложеност проблема загађења ваздуха, пројектовање и примјена савремених система за мониторинг захтијевају комплексан скуп знања и вјештина из

различитих области као што су: загађивачи и њихов утицај на здравље људи, метеоролошки фактори, сензорска опрема, IoT опрема, као и савремене комуникационе и информационе технологије. Анализа загађења ваздуха поред измјерених вриједности полутаната треба да обухвати и параметре квалитета локације (близина индустријске зоне или депоније, близина тржних центара), присуство зелених површина и детаљне податке о саобраћају [8].

Прегледом постојећих решења за мониторинг квалитета ваздуха могу се идентификовати три основне категорије система са аспекта архитектуре система [9]: (1) *системи са централизованом архитектуром* - паметни уређаји су извори података за централни рачунарски чвор који обрађује прикупљене информације и пружа их корисницима, (2) *системи са децентрализованом архитектуром* - процесирање је подјелено на више умрежених чворова који прихватају податке, комбинују их, и пружају информације корисницима, и (3) *системи са архитектуром базираном на облаку* - процесирање реализују рачунари у облаку који дијеле ресурсе (складиште података, алати за визуелизацију, софтверски сервиси, итд.) .

У истраживачкој студији [10] је приказан систем са централизованом архитектуром за праћење загађења од стране возила који омогућава детектовање возила која производе недозвољено загађење на путевима у градској средини. Уграђени рачунарски систем је базиран на бежичној сензорској мрежи која омогућава прикупљање података о различитим загађивачима ваздуха (CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub>) и RFID читачу који прикупља податке о возилима. Подаци о возилу и загађењу ваздуха које производи се преносе на централни сервер који шаље поруку упозорења власнику возила чије загађење прелази дозвољени ниво. Хардверска IoT платформа се састоји од Arduino микрoкoнтролерске плоче, ATmega328 микрoкoнтролера, MQ гасних сензора и RFID читача. Сервер је развијен на Java платформи применом RxTxComm библиотеке за серијску комуникацију са клијентима, док је за базу података употребљен MySQL сервер.

У истраживачкој студији [11] је приказан cloud базиран IoT систем за мониторинг загађења ваздуха и буке који настају од возила у саобраћају. Систем је развијен и имплементиран на Pune Универзитету у Индији, а омогућава слање извештаја одјелењима и агенцијама за заштиту животне средине на локалном/националном нивоу. IoT платформа је базирана на RaspberryPi 3 single-board рачунару, а садржи: GSM/GPRS модул за слање података на cloud сервер, MQ-7 и MQ-2 гасне сензоре, SEN-12642 сензор буке, RFID читач, и сервер постављен на cloud платформи. Прототип је имплементиран у возилу које омогућава приказ тренутно прикупљених података на ЛЕД екрану за активне учеснике у саобраћају.

Miles и сарадници [12] су предложили систем за подршку одлучивању који прати стање квалитета ваздуха, предвиђа загађење ваздуха и предлаже стратегије за оптимизацију саобраћаја у циљу смањења загађења (нпр. забрана саобраћаја на деоници пута, оптимизација сигнализације, забрана кретања за тешка возила, или регулисање паркинга). Систем је базиран на подацима у реалном времену који се прикупљају помоћу различитих IoT уређаја, а који се потом комбинују са моделом емисије гасова из возила, моделом саобраћаја и моделом атмосферских прилика.

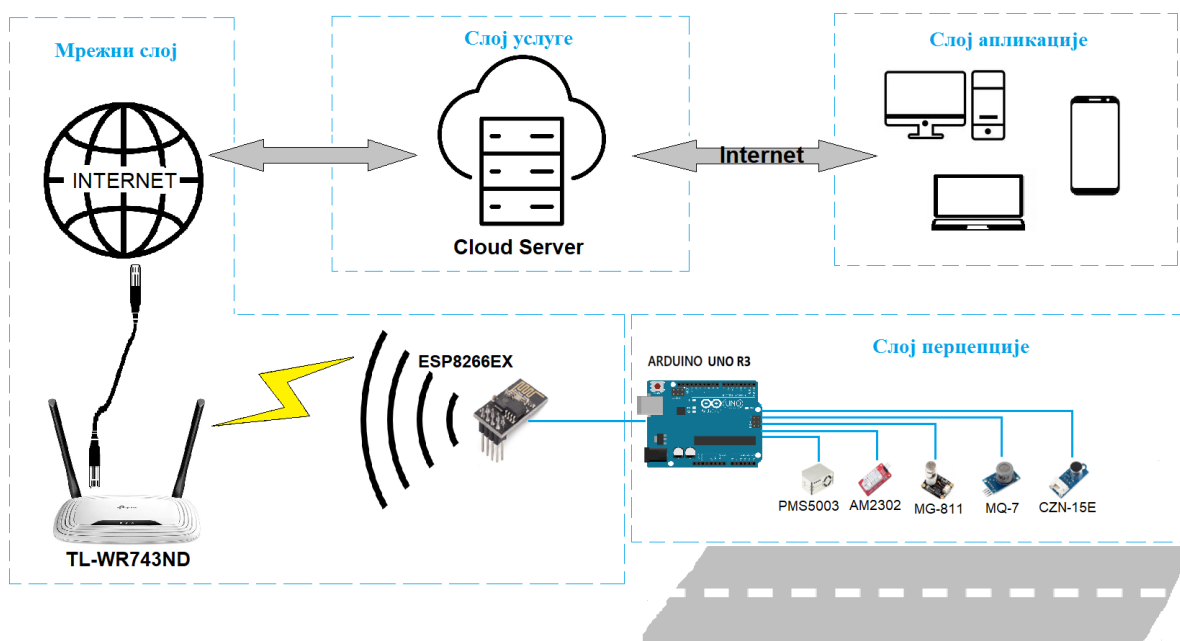
Mobile Enterprise Sensor Bus (M-ESB) је дизајниран као паметно мобилно окружење са уграђеним сензорима за праћење параметара физичког окружења и саобраћаја на путевима у урбаној средини [13]. Систем је базиран на аквизицији података са више сензора. Архитектура система укључује: мрежу сензора за аквизицију података (сензори, локална мрежа за повезивање сензора, и чвор за прикупљање података са сензора), рутер који податке шаље на удаљени систем у облаку, и удаљени дата центар у облаку. Texas Instruments CC2530 и ZigBeePRO стек протокола се користе за прикупљање података о окружењу. Тестирање прототипа је урађено на аутобуској линији у Пекингу, Кина.

На институту Indian Institute of Engineering Science and Technology, Howrah, India је дизајниран систем за мониторинг загађења ваздуха [14]. Систем користи Arduino UNO као контролерску

јединицу, а за комуникацију дугог домета се користи LoRa технологија. Систем користи гасне сензоре MQ 135 за детекцију амонијака, сулфида и угљен диоксида и MQ 9 за детекцију угљен монооксида. ESP8266 Wi-Fi микрочип се користи конекцију ка Интернету, док се у cloud серверима налазе процесни и апликациони слојеви система.

## 2. Детаљан опис техничког рјешења

Опис Техничког рјешења садржи приказ IoT (Internet of Things) архитектуре система за континуирано праћење загађења ваздуха проузрокованог саобраћајем са детаљним описом и техничким спецификацијама елемената система. IoT систем за праћење загађења ваздуха проузрокованог саобраћајем заснива се на слојевитој Cloud архитектури, која се састоји се од четири слоја: Слоја перцепције, Мрежног слоја, Слоја услуге и Слоја апликације (Слика 1.).



Слика 1. Архитектура IoT система за праћење загађења ваздуха проузрокованог саобраћајем

IoT сензори прикупљају податке о концентрацији загађивача и складиште их у IoT облаку. Процесирање података се врши у реалном времену на cloud серверу који дијели ресурсе (складиштење података, алати за визуелизацију, софтверски сервиси, итд.). IoT комуникација се брзо развија повезивањем различитих уређаја на систем са циљем пружања корисничких услуга што већем броју корисника. Транспорт података између Услужног слоја, Мрежног слоја и Слоја апликације врши се двосмјерно путем Интернет сервиса.

### 2.1. Слој перцепције

У оквиру приказане архитектуре Слој перцепције служи за прикупљање података из окружења, а у конкретној ситуацији то су саобраћајнице са акцентом на магистралне путеве и аутопутеве због појачане фреквенције саобраћаја. Слој перцепције чини Arduino UNO R3 заснован на микроконтролеру ATmega328 који је опремљен сензорима и комуникационим модулима за прикупљање података у реалном времену. Прикупљање података врши се помоћу сензора за мјерење концентрације честица PM1 (0.3  $\mu\text{m}$  ~ 1.0  $\mu\text{m}$ ) односно PM2,5 (1.0  $\mu\text{m}$  ~ 2.5  $\mu\text{m}$ ) и PM10 (2.5  $\mu\text{m}$  ~ 10

um), сензора за мјерење температуре и влажности ваздуха, сензора за мјерење концентрације угљен-диоксида (CO<sub>2</sub>), угљен-монооксида (CO) и сензора за мјерење буке.

## 2.2. Мрежни слој

Мрежни слој омогућава пренос прикупљених података на Интернет, а састоји се од Wi-Fi модула и TP-LINK-а. У конкретном случају повезивање на Интернет остварује се преко ESP8266EX Wi-Fi модула и TL-WR743ND модула. Наведени уређаји пружају мрежне услуге и омогућавају бежични пренос података на малим удаљеностима, што одговара захтијевима система. Пренос података врши се путем TCP/UDP протокола.

## 2.3. Слој услуге

Слој услуге састоји се од cloud сервера на којем се чува велика количина прикупљених података. Cloud сервер у конкретном случају система намјењен је за складиштење, анализу и дистрибуцију података према корисницима, прикупљених у Слоју перцепције. Прототип система тренутно користи TCP сервер за пријем података посланих са сензорске станице. Систем користи MySQL базу података.

## 2.4. Слој апликације

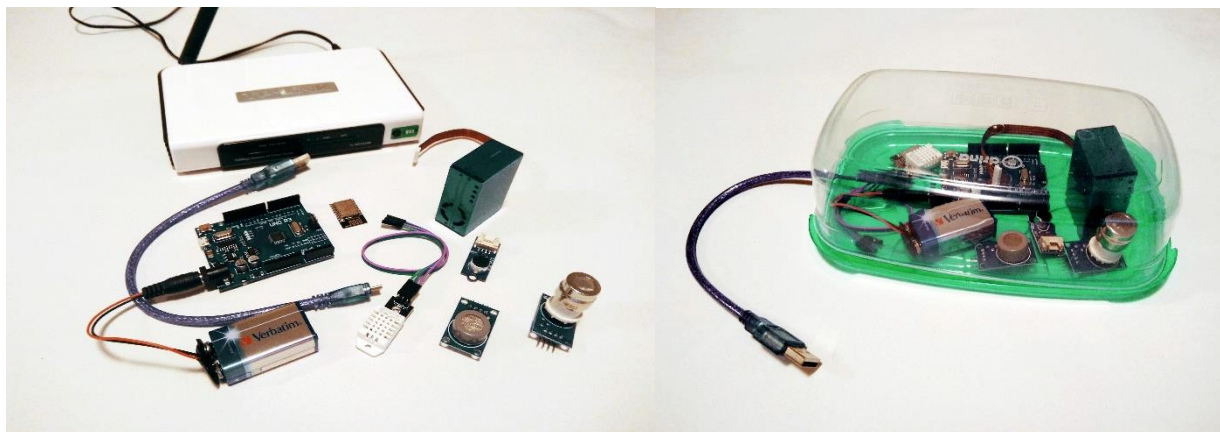
Корисници у Слоју апликације могу да преузму податке са cloud сервера и користе их у статистичке сврхе или у сврху анализе. Комуникација се одвија тако што корисник може вршити upload и download података путем Cloud computing service система. Транспорт података путем Интернета врши се у оба смјера између корисника и cloud сервера.

## 2.5. Опис рада система укључујући компоненте система

Примарно од опреме кориштена је **Arduino UNO R3** микроконтролерска јединица на коју су повезани сензори и комуникацијски модул тако да чине једну цјелину (Слика 3.). Напајање микроконтролерске јединице обезбјеђује батерија од 9V, могуће је кориштење алтернативног напајања помоћу Power Bank-а. Прикупљање података врши се помоћу сета од пет сензора (**PMS5003, AM2302, MG-811, MQ7, CZN-15E**) који су повезани на Arduino UNO R3 развојну плочу (Слике 4, 5, 6, 7 и 8). Комуникацијски Wi-Fi модул **ESP8266EX** је микрочип прикључен на Arduino UNO R3 развојну плочу са TCP/IP стеком и микроконтролером који ради на 2.4~2.5 GHz фреквенцијског опсега и способан је за пренос и пријем података (Слика 9.). Wi-Fi комуникација између ESP8266EX микрочипа и cloud сервера остварује се преко **TL-WR743ND** Wireless AP/Client Routersa са могућим брзинама преноса података до 150Mbps (Слика 10.). TL-WR743ND користи сљедеће протоколе: TCP/IP, PPPoE, DHCP, ICMP, NAT, SNMP.

## 2.6. Детаљан опис компоненти система са техничким спецификацијама

Компоненте IoT система за праћење загађења ваздуха приказане су на слици 2а, а компоненте IoT система спојене на Arduino UNO R3 развојну плочу и запаковане у пластичну кутију (сензорска станица) су приказане на слици 2б.

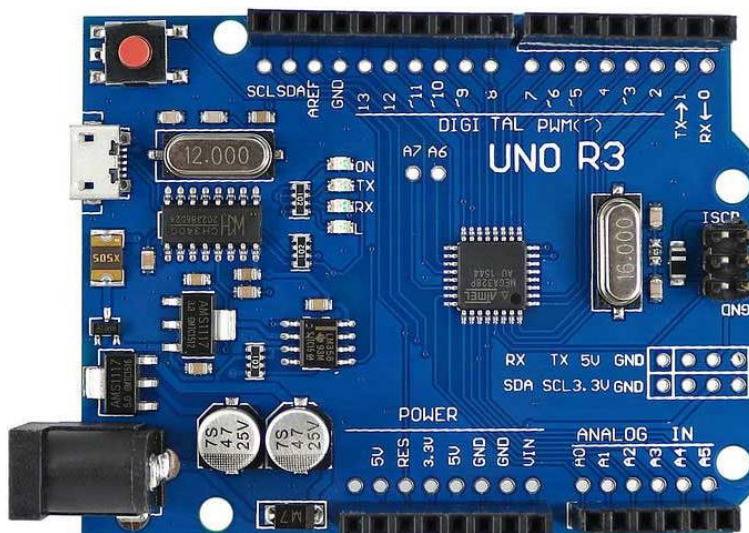


Слика 2а. Приказ компоненти система

Слика 2б. Компоненте система у пластичној кутији

Уређаји система су представљени визуелним приказом и техничким спецификацијама (Табеле 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 и 8):

- **Arduino UNO R3** (Слика 3.) је развојна плоча заснована на АТмега328 микроконтролеру. Има 14 пинова за дигитални улаз/излаз (од којих се 6 може користити за PWM излазе), 6 аналогних улаза, керамички резонатор од 16 MHz, USB везу, конектор за напајање, ICSP header и дугме за ресетовање.



Слика 3. Arduino UNO R3

Табела 1. Техничка спецификације **Arduino UNO R3** [<https://www.farnell.com/datasheets/1682209.pdf>]

Параметар	Вриједност параметра
Микроконтролер	АТмега328P – 8 bit AVR family microcontroller
Називни напон	5V

Препоручени улазни напон	7-12V
Ограничење улазног напона	6-20V
Аналогни улазни пинови	6 (A0 – A5)
Дигитални Input/Output пинови	14 (од којих 6 обезбјеђује PWM излаз)
DC струја на I/O пиновима	40 mA
DC струја на 3.3V пину	50 mA
Flash меморија	32 KB (0.5 KB се користи за Bootloader)
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Фреквенција (Clock Speed)	16 MHz

- PMS5003** (Слика 4.) је врста дигиталног универзалног сензора концентрације честица. Овај сензор се може повезати путем дигиталног интерфејса на различите платформе како би се обезбедио уређај који надгледа квалитет ваздуха у реалном времену. Открива честице различитих величина PM1 (0.3  $\mu\text{m}$  ~ 1.0  $\mu\text{m}$ ) односно PM2,5 (1.0  $\mu\text{m}$  ~ 2.5  $\mu\text{m}$ ) и PM10 (2.5  $\mu\text{m}$  ~ 10  $\mu\text{m}$ ) из извора као што су дим, прашина, полен, метали и органске честице итд. Овај сензор открива величину честица и њихову масу по јединици запремине - концентрацију ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) заснован на принципу ласерског расејања. Опсег концентрације PM2,5 честица износи 0 до 500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  [[http://www.aqmd.gov/docs/default-source/aq-spec/resources-page/plantower-pms5003-manual\\_v2-3.pdf](http://www.aqmd.gov/docs/default-source/aq-spec/resources-page/plantower-pms5003-manual_v2-3.pdf)].



Слика 4. PMS5003 сензор

Табела 2. Техничка спецификација **PMS5003** сензора

[<https://www.digkey.jp/htmldatasheets/production/2903006/0/0/1/PMS5003-Series-Manual.pdf>]

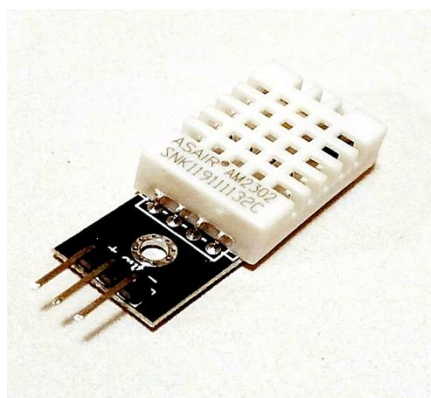
Параметар	Вриједност	Јединица мјере
Мјерни опсег	0.3~1.0; 1.0~2.5; 2.5~10	Микрометар ( $\mu\text{m}$ )
Ефикасност	50%@0.3 $\mu\text{m}$ ; 98%@ $\geq$ 0.5 $\mu\text{m}$	
Ефективни опсег (PM2.5 стандард)	0~500	$\mu\text{g}/\text{m}^3$



Максимални опсег (PM2.5 стандард) <sup>1</sup>	≥1000	μ g/m <sup>3</sup>
Резолуција мјерења	1	μ g/m <sup>3</sup>
Максимална грешка конзистенције (PM2.5 standard data)	±10%@100~500μ g/m <sup>3</sup> ±10μ g/m <sup>3</sup> @0~100μ g/m <sup>3</sup>	
Стандардна запремина	0.1	Литар (L)
Одзивно вријеме	<1	Секунда (s)
Укупно одзивно вријеме	≤10	Секунда (s)
DC напон напајања	Тип:5.0    Min:4.5    Max:5.5	Волт (V)
Струја у активном режиму	≤100	Милампер (mA)
Струја у Standby режиму	≤200	Микроампер (μ A)
Напон интерфејса	L <0.8 @3.3 H >2.7@3.3	Волт (V)
Опсег радне температуре	-10~+60	°C
Опсег радне влажности	0~99%	
Опсег температуре за чување сензора	-40~+80	°C
Просјечно вријеме до отказа	≥3	Година (Y)
Физичке димензије	50×38×21	Милиметар (mm)

Напомена 1: Максимални опсег значи да највиша излазна вриједност стандардних вриједности за PM2,5 није мања од 1000.

- AM2302** (Слика 5.) је једноставан, јефтин дигитални сензор температуре и влажности смјештен у пластичном кућишту. Мерење ових променљивих је могуће захваљујући капацитивном сензору влажности и термистору. Очитавања непрекидних вриједности температуре и влажности претварају се у дигитални сигнал који се шаље на пин података (нису потребни аналогни улазни пинови), а затим на одређену платформу (нпр. Arduino). Веома је једноставан за употребу, али захтјева пажљиво одређивање времена за прикупљање података јер податке чита сваке 2 секунде, што је недостатак овог сензора. AM2302 сензор мјери проценат влажности (0-100%) са прецизношћу од 25%, а температуру у опсегу -40°C до 80°C са прецизношћу ±0,5°C [<https://www.adafruit.com/product/393>].



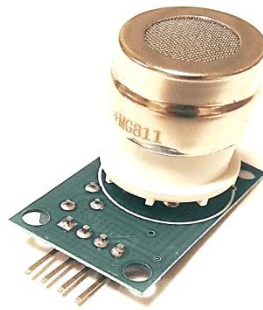
Слика 5. AM2302 сензор

Табела 3. Техничка спецификација AM2302 сензора [<https://datasheetspdf.com/pdf-file/942482/ETC/AM2302/1>]

Модел	AM2302
Напајање	3.3-5.5V DC
Изразни сигнал	Дигитални сигнал преко једножичане сабирнице
Сензорски елемент	Полимерни кондензатор влажности
Радни опсег	Влажност:0-100%RH; Температура: -40~80°C

Тачност	Влажност:±2%RH(Мах+5%RH); Температура: + 0.5°C
Резолуција-осетљивост	Влажност:0.1%RH; Temperatura: 0.1°C
Поновљивост	Влажност:±1%RH; Temperatura: ±0.2°C
Хистерезис влажности	±0.3%RH
Дугорочна стабилност	±0.5%RH/година
Замјенљивост	Потпуно замјенљив

- MG-811** (Слика 6.) је сензорски модул за мјерење CO<sub>2</sub>. Излазни напон модула опада са порастом концентрације угљен-диоксида, а за подешавање прага на штампаној плочи се налази потенциометар. Ако концентрација CO<sub>2</sub> довољно низка (напон је већи од прага), дигитални сигнал се генерише на излазним пиновима (ON/OFF). Модул сензора MG-811 је веома осетљив на CO<sub>2</sub> а мање осетљива на алкохол и CO. Модул садржи уграђени круг грејања који обезбеђује оптималну температуру за правилно функционисање сензора [<https://www.amazon.com/ZIYUN-sensitive-fermentation-temperature-concentration/dp/B073ZY15PV>].



Слика 6. MG-811 сензор

Табела 4. Техничка спецификација **MG-811** сензора [<https://pdf1.alldatasheet.com/datasheetpdf/view/172004/ETC2/MG811.html>]

Параметар	Вриједност	Примједбе
Напон загријавања	6.0±0.1 V	АС илиDC
Отпор загријавања	30.0±5%Ω	Собна температура
Струја загријавања	@200mA	
Снага загријавања	@1200mW	
Радна температура	-20~50	
Температура чувања	-20~70	
Излаз	30~50mV	350~10000 ppm CO <sub>2</sub>

- MQ7**(Слика 7.) је једноставан сензор угљен-моноксида (CO), погодан за праћење концентрације CO у ваздуху. MQ-7 може открити концентрацију CO-гаса од 10 ppm до 500 ppm (parts-per-million). Поред високе осетљивости, оно што разликује овај сензор је и брзо вријеме одзива. Излаз сензора је аналогна вриједност отпора [<https://www.sparkfun.com/products/9403>].



Слика 7. MQ7 сензор

Табела 5. Техничка спецификација MQ7 сензора [https://datasheetspdf.com/pdf-file/694312/Hanwei/MQ7/1]

Параметар	Вриједност	Примједбе
Напон кола	5V±0.1	АС или DC
Напон загријавања (висок)	5V±0.1	АС или DC
Напон загријавања (низак)	1.4V±0.1	АС или DC
Отпор	Прилагодљив	
Отпор загријавања	33Ω±5%	Собна температура
Вријеме загријавања (високо)	60±1 секунди	
Вријеме загријавања (ниско)	90±1 секунди	
Снага загријавања	Око 350mW	

- **CZN-15E**(Слика 8.) користи се за мјерење нивоа буке који се преко аналогног интерфејса повезује са микроконтролером. Фреквенцијски опсег у којем открива звук је између 100 Hz и 10 kHz [https://www.banggood.com/Microphone-Noise-Decibel-Sound-Sensor-Measurement-Module-3p-4p-Interface-p-1553625.html?cur\_warehouse=CN].

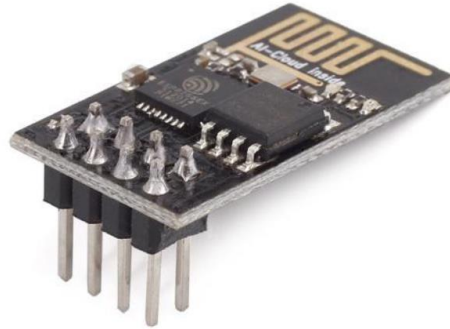


Слика 8. CZN-15E сензор

Табела 6. Техничка спецификација CZN-15E сензора [https://www.datasheetq.com/datasheet-download/883231/1/ETC1/CZN-15E]

Осјетљивост	-46±3dB; -42±3dB; 38±3dB; -34±3dB; (0dB=1V/pa,1KHz)
Импеданса	Ниска импеданса
Усмјереност	Омнидирекциони
Фреквенција	20Hz-16000Hz
Опсег напона	1,5V-10V
Стандардни радни напон	4,5V
Струја	Мах. 0,5A
Смањење осјетљивости	до -3dB при 3V
S/N (однос сигнал/шум)	Више од 60dB

- **ESP8266EX** (Слика 9.) је јефтин Wi-Fi микрочип са пуним TCP / IP стеком и микроконтролером способан за повезивање на Интернет. ESP8266 је високоинтегрисан бежични SoC (System on Chip), намијењен за мобилне платформе које раде у условима ограниченог простора и снаге. Пружа могућност Wi-Fi комуникације интегрисањем у друге системе или самосталног функционисања уз најнижу цијену и минималне захтјеве за простором.



Слика 9. ESP8266EX Wi Fi модул

Табела 7. Техничка спецификација **ESP8266EX Wi Fi модула** [<http://www.farnell.com/datasheets/2661567.pdf>]

Категорија	Параметар	Вриједност параметра
Wi-Fi	Сертификат	Wi-Fi Alliance
	Протокол	802.11 b/g/n (HT20)
	Фреквенцијски опсег	2.4G ~ 2.5G (2400M ~ 2483.5M)
	Снага предајника (TX Power)	802.11 b: +20 dBm 802.11 g: +17 dBm 802.11 n: +14 dBm
	Осјетљивост пријемника (Rx Sensitivity)	802.11 b: -91 dbm (11 Mbps) 802.11 g: -75 dbm (54 Mbps) 802.11 n: -72 dbm (MCS7)
	Антена	Printed Circuit Board (PCB) Trace, External, IPEX Connector, Keramički čip
Hardware	CPU	Tensilica L106 32-bit processor
	Периферијски интерфејс	UART/SDIO/SPI/I2C/I2S/IR Даљинска контрола GPIO/ADC/PWM/LED Light & Button
	Називни напон	2.5V ~ 3.6V
	Називна струја	Просјечна вриједност: 80 mA
	Опсег радне температуре	-40°C ~ 125°C
	Величина кућишта	QFN32-pin (5 mm x 5 mm)
	Вањски интерфејс	-
Software	Wi-Fi Мод	Station/SoftAP/SoftAP+Station
	Сигурност	WPA/WPA2
	Енкрипција	WEP/TKIP/AES
	Firmware надоградња	UART Download / OTA (via network)
	Развој софтвера	Подржава CloudServerDevelopment/Firmware SDK за брзо on-chip програмирање

	Мрежни протоколи	IPv4, TCP/UDP/HTTP
	Корисничка конфигурација	АТ сет инструкција, Cloud Server, Android/iOS App

- TL-WR743ND** (Слика 10.) је комбиновани жичани/бежични мрежни уређај који интегрише функције бежичне приступне тачке, АР клијента, заштитног зида, Switch-а са 4 порта и NAT рутера. Ефикасно функционише као клијентски уређај уз подршку WISP-а, на који се локални рачунари могу повезати бежично или кабловима. Такође садржи функцију брзог подешавања безбједности, што олакшава успостављање високо заштићене бежичне везе притиском на дугме на спољној страни уређаја. Још боље, TL-WR743ND подржава пасивни PoE, погодан за хардверску примјену, посебно на местима без струјних утичника [<http://wifi-radio.blogspot.com/2011/09/150mbps-wireless-apclient-router-tl.html>].



Слика 10. TL-WR743ND, Wireless AP/Client Router

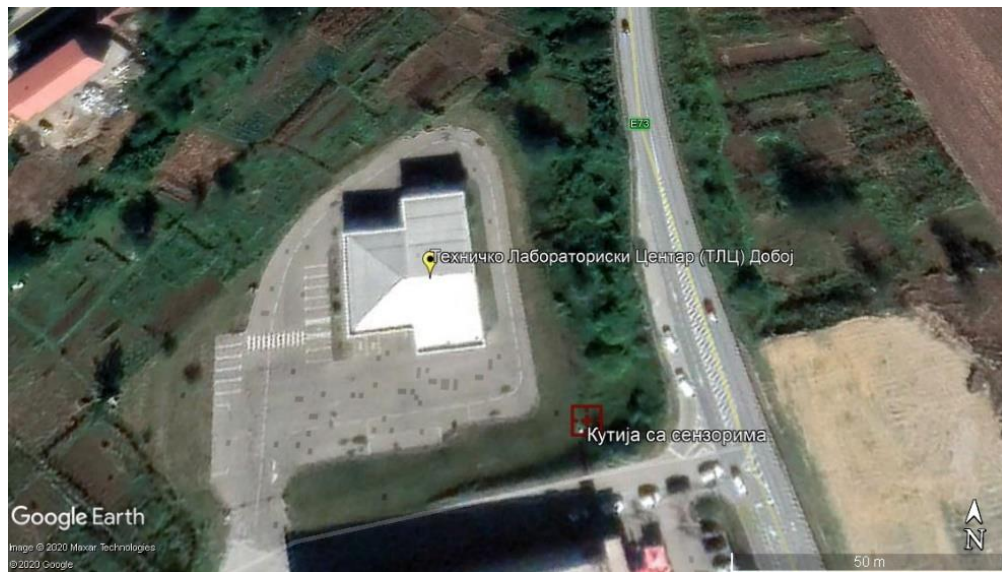
Табела 8. Техничка спецификација **TL-WR743ND** [<https://setuprouter.com/router/tp-link/tl-wr743nd/manual-2013.pdf>]

Опште	
Стандарди	IEEE 802.3, 802.3u, 802.3x, 802.1x, 802.11n, 802.11b, 802.11g, 802.11e, 802.11i
Протоколи	TCP/IP, PPPoE, DHCP, ICMP, NAT, SNTP
Портови	One 10/100M Auto-Negotiation INTERNET RJ45 port supporting passive POE at AP Client Router mode; Four 10/100M Auto-Negotiation LAN RJ45 ports supporting Auto MDI/MDIX
Тип каблова	10BASE-T: UTP category 3, 4, 5 cable (maximum 100m) EIA/TIA-568 100Ω STP (maximum 100m)
	100BASE-TX: UTP category 5, 5e cable (maximum 100m) EIA/TIA-568 100Ω STP (maximum 100m)
LED индикатори	Напајање, систем, WLAN, INTERNET, LAN (1-4), WPS
Безбједност и емисија	FCC, CE
Wireless	
Фреквенцијски опсег	2.4~2.4835GHz
Проток података	11n : up to 150Mbps ( Automatic) 11g : 54/48/36/24/18/12/9/6M ( Automatic) 11b : 11/5.5/2/1M ( Automatic)
Проширење спектра	DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)

Модулација	DBPSK, DQPSK, CCK, OFDM, 16-QAM, 64-QAM
Сигурност	WEP/WPA/WPA2/WPA2-PSK/WPA-PSK
Осјетљивост @PER	130M: -68dBm@10% PER 108M: -68dBm@10% PER; 54M: -68dBm@10% PER 11M: -85dBm@8% PER; 6M: -88dBm@10% PER 1M: -90dBm@8% PER
Добитак антене	5dBi
<b>Окружење и физичке карактеристике</b>	
Температура	Радна: 0°C~40°C (32°F~104°F)
	Чување: -40°C~70°C(-40°F~158°F)
Влажност	Радна: 10% - 90% RH, Non-condensing
	Чување: 5% - 90% RH, Non-condensing

### 3. Реализација и примјена техничког рјешења

Реализација техничког рјешења подразумијева тестирање прототипа система за праћење нивоа буке, квалитета ваздуха у сврху побољшања живота и здравља људу у урбаним срединама. Тестирање прототипа система за континуирано праћење загађења ваздуха извршено је у близини магистралног пута Е73, у кругу Техничко-лабораторијског центра Саобраћајног факултета у Добоју који се налази на око 30 метара од магистралног пута Е73 (Слика 11.).



Слика 11. Кутија са сензорима је постављена у дворишту Техничко-лабораторијског центра Саобраћајног факултета у Добоју

Систем је намјењен искључиво за потребе Института односно Техничко-лабораторијског центра Саобраћајног факултета у Добоју у сврху континуираног мониторинга загађења ваздуха у близини наведене саобраћајнице. Систем за праћење загађења ваздуха је инсталиран у кутију како би био заштићен од атмосферских утицаја. Кутија са сензорима садржи сет сензора повезаних на Arduino



UNO R3 плочу, ESP8266EX модул који омогућава Wi Fi везу са TP-link-ом и батерију од 9V која служи за напајање система (Слика 12.).



Слика 12. Сензорска станица

TP-link и cloud сервер налазе се у просторијама Техничко-лабораторијског центра Саобраћајног факултета у Добоју. Напајање TP-link-а обезбјеђује се из електричне мреже. Приближно растојање сензорске станице од зграде Техничко-лабораторијског центра гдје је инсталиран TP-link је 20 метара, међупростор је без физичких препрека. За бољу комуникацију између Wi Fi модула и TP-link-а, антена TP-link-а је измјештена на кров зграде Техничког лабораторијског центра. Сензорска станица је постављена на конструкцију високу 5 метара како би Систем био нивелисан са главним путем E73.

Подаци прикупљени реализацијом техничког рјешења су презентовани у публикацијама објављеним у току израде техничког рјешења.

### 3.1. Примјена Техничког рјешења

Примјена Техничког рјешења треба да обезбједи стратегију континуиране елиминације прекорачења нивоа саобраћајне буке и загађености ваздуха у урбаним срединама произведеног мобилним изворима (аутомобили, камиони, возови итд.) а у сврху заштите здравља људи и културних споменика. Имплементирано Техничко рјешење има улогу мониторинга и формирања базе знања о загађености ваздуха у граду Добоју. Систем може бити проширен са модулима из области вјештачке интелигенције и софтверским сервисима.

#### *Предности примјене Техничког рјешења су:*

- Формирање базе знања која омогућава евидентирање промјена предходно наведених вриједности у зависности од доба дана, атмосферских услова, загушења саобраћаја и нивоа буке итд.
- Кориштење базе знања за израду научних и стручних радова као и едукацију студената.
- Примјењивост на различитим врстама саобраћајница.
- Анализа утицаја на живот и здравље људи који бораве у близини саобраћајница у урбаним срединама.

#### *Ограничење примјене Техничког рјешења је:*

- Систем се базира искључиво на евидентирању загађености ваздуха проузроковане саобраћајем, али нема могућности да понуди нека алтернативна рјешења за уочени проблем.

Имплементација Техничког рјешења не би требало да има утицај искључиво на становништво града Добоја него и на ширу јавност. У будућности, јавна презентација резултата добијених помоћу

Техничког рјешења требала би да подстакне грађанство на упознавање са најновијим технологијама везаним за ову област те анализу могућности увођења електричних возила и бицикала у урбане зоне. Такође би требало да обезбиједи стварање независног односно у мањој мјери зависног транспорта од фосилних горива и цијене тих енергената на свјетском тржишту. Увођење електричних транспортних средстава која би утицала на заштиту животне средине путем смањења емисије издувних гасова, мањег ниво буке итд, што је посебно изражено у густо насељеним мјестима гдје се употреба оваквих возила и препоручује. Такође кориштење средстава јавног превоза, такси возила, на електро погон, утицала би на мањи ниво загађења, јефтинији транспорт и велико смањење трошкова. Подстицање на активнији рад надлежних инспекција које су задужене за очување човјекове околине.



## Библиографија

- [1] *Air quality in Europe - 2019 report*. European Environment Agency. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019.
- [2] S. Anenberg, J. Miller, D. Henze and R. Minjares (2019) A global snapshot of the air pollution-related health impacts of transportation sector emissions in 2010 and 2015. International Council on Clean Transportation. Washington, DC, USA.
- [3] H. W. Davies, J. J. Vlaanderen, S. B. Henderson and M. Brauer (2009) Correlation between co-exposures to noise and air pollution from traffic sources. *Occupational and Environmental Medicine*, Volume 66, No 5, pp. 347-350. doi: 10.1136/oem.2008.041764.
- [4] R. J. Laumbach and H. M. Kipen (2012) Respiratory health effects of air pollution: Update on biomass smoke and traffic pollution. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, Volume 129, Issue 1, pp. 3-11. doi: 10.1016/j.jaci.2011.11.021.
- [5] G. Jotanovic, J. Stojanov, D. Perakovic, Z. Stojanov, G. Jausevac and M. Stojicic (2020) Internet of Things Technology Purposeful For Monitoring Road Traffic Air Pollution. In *Proceedings of the 10th International conference on Applied Internet and Information Technologies (AIIT2020)*, Zrenjanin, Serbia. ISBN: 978-86-7672-327-0, In Press.
- [6] R. Kingsy Grace and S. Manju (2019) A Comprehensive Review of Wireless Sensor Networks Based Air Pollution Monitoring Systems. *Wireless Personal Communications*, Volume 108, pp. 2499–2515. doi: 10.1007/s11277-019-06535-3.
- [7] J. Khan, M. Ketzler, K. Kakosimos, M. Sørensen and S. S. Jensen (2018) Road traffic air and noise pollution exposure assessment - A review of tools and techniques. *Science of The Total Environment*, Volume 634, pp. 661-676. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.03.374.
- [8] V. Jain, M. Goel, M. Maity, V. Naik and R. Ramjee (2018) Scalable measurement of air pollution using COTS IoT devices. In *Proceedings of the 10th International Conference on Communication Systems & Networks (COMSNETS)*, pp. 553-556. Bengaluru, Inddia. doi: 10.1109/COMSNETS.2018.8328271.
- [9] H. Mokrani, R. Lounas, M. T. Bennai, D. E. Salhi and R. Djerbi (2019) Air Quality Monitoring Using IoT: A Survey. In *Proceedings of 2019 IEEE International Conference on Smart Internet of Things (SmartIoT)*, pp. 127-134. Tianjin, China. doi: 10.1109/SmartIoT.2019.00028.
- [10] R. Rushikesh and C. M. R.Sivappagari (2015) Development of IoT based vehicular pollution monitoring system. In *Proceedings of 2015 International Conference on Green Computing and Internet of Things (ICGCIoT)*, pp. 779-783. Noida, India. doi: 10.1109/ICGCIoT.2015.7380568.
- [11] P. Patil (2017) Smart IoT based system for vehicle noise and pollution monitoring. In *Proceedings of 2017 International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICEI)*, pp. 322-326. Tirunelveli, India. doi: 10.1109/ICOEI.2017.8300941.
- [12] A. Miles, A. Zaslavsky and C. Browne (2018) IoT-based decision support system for monitoring and mitigating atmospheric pollution in smart cities. *Journal of Decision Systems*, Volume 27, supplement 1, pp. 56-67. doi: 10.1080/12460125.2018.1468696.
- [13] L. Kang, S. Poslad, W. Wang, X. Li, Y. Zhang and C. Wang (2016) A Public Transport Bus as a Flexible Mobile Smart Environment Sensing Platform for IoT. In *Proceedings of the 12th International Conference on Intelligent Environments (IE)*, pp. 1-8. London, UK. doi: 10.1109/IE.2016.10.

[14] S. Walling, J. Sengupta and S. Das Bit (2019) A Low-cost Real-time IoT based Air Pollution Monitoring using LoRa. In Proceedings of 2019 IEEE International Conference on Advanced Networks and Telecommunications Systems (ANTS), pp. 1-6. GOA, India. doi: 10.1109/ANTS47819.2019.9117963.

[<https://www.farnell.com/datasheets/1682209.pdf>, посјећено: 02.11.2020. године]

[[http://www.aqmd.gov/docs/default-source/aq-spec/resources-page/plantower-pms5003-manual\\_v2-3.pdf](http://www.aqmd.gov/docs/default-source/aq-spec/resources-page/plantower-pms5003-manual_v2-3.pdf), посјећено: 21.11.2020. године]

[<https://www.digikey.jp/htmldatasheets/production/2903006/0/0/1/PMS5003-Series-Manual.pdf>, посјећено: 28.11.2020. године]

[<https://www.adafruit.com/product/393>, посјећено: 28.11.2020. године]

[<https://datasheetspdf.com/pdf-file/942482/ETC/AM2302/1>, посјећено: 28.11.2020. године]

[<https://www.amazon.com/ZIYUN-sensitive-fermentation-temperature-concentration/dp/B073ZY15PV>, посјећено: 28.11.2020. године]

[<https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/172004/ETC2/MG811.html>, посјећено: 28.11.2020. године, посјећено: 21.11.2020. године]

[<https://www.sparkfun.com/products/9403>, посјећено: 28.11.2020. године]

[<https://datasheetspdf.com/pdf-file/694312/Hanwei/MQ7/1>, посјећено: 28.11.2020. године]

[[https://www.banggood.com/Microphone-Noise-Decibel-Sound-Sensor-Measurement-Module-3p-4p-Interface-p-1553625.html?cur\\_warehouse=CN](https://www.banggood.com/Microphone-Noise-Decibel-Sound-Sensor-Measurement-Module-3p-4p-Interface-p-1553625.html?cur_warehouse=CN), посјећено: 28.11.2020. године]

[<https://www.datasheetq.com/datasheet-download/883231/1/ETC1/CZN-15E>, посјећено: 28.11.2020. године]

[<http://www.farnell.com/datasheets/2661567.pdf>, посјећено: 25.10.2020. године]

[<http://wifi-radio.blogspot.com/2011/09/150mbps-wireless-apclient-router-tl.html>, посјећено: 20.11.2020. године]

[<https://setuprouter.com/router/tp-link/tl-wr743nd/manual-2013.pdf>, посјећено: 22.10.2020. године]

## Публикације објављене у току израде техничког рјешења

- [1] G. Jotanovic, V. Brtka, Z. Curguz, M. Stojcic and M. Eremija (2018) Mobile Applications for Recording Road Traffic Noise. In *Proceedings of the 8th International conference on Applied Internet and Information Technologies (AIIT2018)*, pp. 94-98. Bitola, Macedonia. ISBN 978-9989-870-80-4.
- [2] Z. Stojanov, J. Stojanov, G. Jotanovic and D. Dobrilovic (2020) Weighted networks in socio-technical systems: concepts and challenges. In *Proceedings of the 2nd International Workshop on Information, Computation, and Control Systems for Distributed Environments (ICCS-DE 2020)*, pp. 265-276. Irkutsk, Russia.
- [3] D. Dobrilović, V. Brtka, G. Jotanović, Ž. Stojanov, G. Jauševac and M. Malić (2020) Architecture of IoT system for smart monitoring and management of traffic noise. In *Proceedings of the 5th EAI International Conference on Management of Manufacturing Systems (EAI MMS 2020)*, October 27-28, 2020, In Press.
- [4] G. Jotanovic, J. Stojanov, D. Perakovic, Z. Stojanov, G. Jausevac and M. Stojcic (2020) Internet of Things Technology Purposeful For Monitoring Road Traffic Air Pollution. In *Proceedings of the 10th International conference on Applied Internet and Information Technologies (AIIT2020)*, pp. 53-59, ISBN: 978-86-7672-327-3, Zrenjanin, Serbia.
- [5] G. Jotanovic, V. Brtka, G. Jausevac, Z. Curguz, M. Kostadinovic and E. Brtka (2020) Rerouting Traffic Based on Noise Values and Number of Vehicles in Urban Areas. In *Proceedings of the 10th International conference on Applied Internet and Information Technologies (AIIT2020)*, pp. 147-151, ISBN: 978-86-7672-327-3, Zrenjanin, Serbia.



**УНИВЕРЗИТЕТ У ИСТОЧНОМ САРАЈЕВУ**  
**САОБРАЋАЈНИ ФАКУЛТЕТ**  
**ДОБОЈ**

Ул. Војводе Мишића бр.52 Добој  
тел.(053) 205-900, 236-221 централа, 205-901 студентска служба ;200-103 факс;  
200-104 секретар Факултета;200-105,200-106,200-107 продекани;200-100 декан



Број: ННВ: 166-3 /20  
Добој, 23.11. 2020. године

На основу одредаба Закона о високом образовању („Службени гласник РС“ број:67/20 ), члана 57. Статута Универзитета у Источном Сарајеву и члана 34. Статута Саобраћајног факултета у Добој на приједлог Катедре за информационо комуникационе системе у саобраћају на Саобраћајном факултету у Добоју Научно-наставно вијеће Саобраћајног факултета у Добоју на сједници 166. електронској сједници, донијело је

## ОДЛУКА

### I

За рецензенте за верификацију техничког рјешења „Систем за праћење загађења ваздуха проузрокованог саобраћајем заснован на IoT технологији“, а које је везано за пројекат Министарства за научно технолошки развој, високо образовање и информационо друштво Републике Српске именују се:

1. Драган Пераковић, редовни професор, Факултет прометних знаности Универзитета у Загребу, ужа научна област: „Технологија промета транспорта“ и
2. Божидар Поповић, ванредни професор, Електротехнички факултет Универзитета у Источном Сарајеву, ужа научна област „Електроника и електронски системи“.

### II

Ова Одлука ступа на снагу даном доношења.

**ПРЕДСЈЕДАВАЈУЋИ ВИЈЕЋА**

*Проф. др Зоран Тургуз*





## Систем за праћење загађења ваздуха проузрокованог саобраћајем заснован на IoT технологији

Пројекат “Смарт систем заснован на IoT технологији намјењен за праћење саобраћајног загађења ваздуха”, број пројекта 19.030/3-2-25-2/1, који је финансиран од стране Министарства за научно технолошки развој, високо образовање и информационо друштво Републике Српске, реализован на Саобраћајном факултету Добој, обухватио је анализу стања загађености ваздуха проузрокованог саобраћајем у региону града Добоја и израду прототипског техничког рјешења система који омогућава праћење загађења ваздуха.

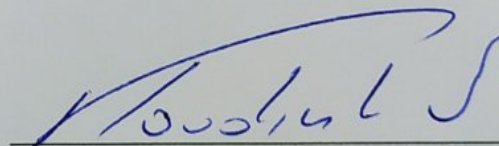
Предложено прототипско рјешење за праћење загађења ваздуха проузрокованог саобраћајем заснива се на слојевитој архитектури са сљедећим слојевима: слој перцепције, мрежни слој, слој услуге и слој апликације. Прикупљање података се врши помоћу IoT сензора. Складиштење и процесирање података се врши на серверу у облаку, који обезбјеђује дјелење ресурса (складиште података, алати за визуелизацију, софтверски сервис).

Прототип техничког рјешења је верификован у реалном окружењу за континуирано праћење загађења ваздуха у близини магистралног пута E73, у кругу Техничко-лабораторијског центра Саобраћајног факултета у Добоју.

Имплементација Техничког рјешења, као и резултати мјерења и објављене научне и стручне публикације могу имати значајан утицај на ширу јавност у смјеру сагледавања употребе савремених техничко-технолошких рјешења за праћење и унапређење стања животне околине.

Према Правилнику о поступку за стицање научних звања (СЛУЖБЕНИ ГЛАСНИК РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ - Број 25, 02.04.2015.) предлажем да се приказано техничко рјешење прихвати као рјешење у категорији (**R<sub>85</sub>**) **Прототип (уз доказ)**.

09.12. 2020. године



Проф. др Божидар Поповић

Електротехнички Факултет, Универзитет у Источном Сарајеву

## Mišljenje recenzenata o tehničkom rješenju

### Sistem za praćenje zagađenja vazduha prouzrokovanog saobraćajem zasnovan na IoT tehnologiji

Projekt "Smart sistem zasnovan na IoT tehnologiji namjenjen za praćenje saobraćajnog zagađenja vazduha", broj projekta 19.030/3-2-25-2/19, koji je financiran od strane Ministarstva za naučno tehnološki razvoj, visoko obrazovanje i informaciono društvo Republike Srpske, realiziran je na Saobraćajnom fakultetu Doboju, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina.

U okviru projekta je napravljeno istraživanje i analiza stanja zagađenosti zraka prouzrokovanog odvijanjem prometa u regiji grada Doboja, te je primjenom suvremenih IoT tehnologija razvijen prototip tehničkog rješenja sustava za praćenje zagađenja zraka.

Prototipsko tehničko rješenje za praćenje zagađenja zraka bazirano je na Arduino UNO R3 mikrokontrolerskoj jedinici na koju su povezani senzori i komunikacijski modul. Rješenje ima slojevitú arhitekturu sa slojem percepcije, mrežnim slojem, slojem usluge i slojem aplikacije. Ono omogućava prikupljanje podataka pomoću IoT senzora, kao i skladištenje i procesiranje podataka na serveru u *cloud*-u. Internet servisi omogućavaju transport podataka između uslužnog sloja, mrežnog sloja i sloja aplikacije.

Prototip tehničkog rješenja je testiran za praćenje zagađenja zraka u blizini magistralnog puta E73, u krugu Tehničko-laboratorijskog centra Saobraćajnog fakulteta u Doboju.

Implementacija tehničkog rješenja treba ukazati na smjernice primjene suvremenih IoT tehnologija u cilju zaštite životne sredine i unapređenja uvjeta u prometnom sustavu.

Prema *Pravilniku o postupku za sticanje naučnih zvanja* (SLUŽBENI GLASNIK REPUBLIKE SRPSKE - Broj 25, 2.04.2015.) predlažem da se prikazano tehničko rješenje prihvati kao rješenje u kategoriji R<sub>85</sub> Prototip (uz dokaz).

Zagreb, 9. prosinca 2020. godine



---

**Prof. dr. sc. Dragan Peraković**  
predstojnik Zavoda

Sveučilište u Zagrebu  
**Fakultet prometnih znanosti**





УНИВЕРЗИТЕТ У ИСТОЧНОМ САРАЈЕВУ  
САОБРАЋАЈНИ ФАКУЛТЕТ  
ДОБОЈ

ул. Војводе Мишића бр. 52 Добој  
ЈИБ: 440059230034, ИБ: 400592530034, Буџетска организација: 0831017  
тел. (053) 205-900, 236-221 централа, 205-901 студентска служба, 200-103 факс,  
236-220 финанс.-рачуноводствена служба, 202-090, 202-091, 202-092 продекани, 200-100 декан



**Предмет: Оцјена техничког рјешења**

**Систем за праћење загађења ваздуха проузрокованог саобраћајем  
заснован на IoT технологији**


које је реализовано у оквиру пројекта “Смарт систем заснован на IoT технологији намјењен за праћење саобраћајног загађења ваздуха”, број пројекта 19.030/3-2-25-2/19, који је финансиран од стране Министарства за научно технолошки развој, високо образовање и информационо друштво Републике Српске.

У току 2019. и 2020. године чланови пројектног тима су уз подршку руководства Саобраћајног факултета у Добоју радили на припреми и реализацији пројекта. Циљ пројекта је анализа и унапређење праћења саобраћајног загађења ваздуха примјеном савремених IoT технологија. Један од резултат рада на пројекту је техничко рјешење које се односи на прототип система за праћење загађења ваздуха проузрокованог саобраћајем. Прототип система је тестиран у Добоју.

С обзиром да су у изради овог рјешења активно учествовали чланови тима који су запослени на Саобраћајном факултету у Добоју, и да је техничко рјешење из научне области за коју је факултет акредитован, ово техничко рјешење у потпуности је усклађено са техничким и организационим потребама факултета.

Саобраћајни факултет у Добоју је задовољан резултатима који су постигнути у оквиру пројекта, а ово техничко рјешење је један од конкретних резултата тог пројекта. Рјешење представља полазну основу за будуће научно-истраживачке и техничке пројекте.

У Добоју,  
09.12.2020. године

  
Проф. др Зоран Ћургуз, Декан  
Саобраћајни факултет Добој



**УНИВЕРЗИТЕТ У ИСТОЧНОМ САРАЈЕВУ  
САОБРАЋАЈНИ ФАКУЛТЕТ  
ДОБОЈ**

Ул. Војводе Мишића бр.52 Добој  
тел.(053) 205-900, 236-221 централа, 205-901 студентска служба ;200-103 факс;  
200-104 секретар Факултета;200-105,200-106,200-107 продекани;200-100 декан



Број: ННВ: 167- 8 /20  
Добој, 17. 12. 2020. године

На основу одредаба Закона о високом образовању („Службени гласник РС“ број:67/20 ), члана 57. Статута Универзитета у Источном Сарајеву и члана 34. Статута Саобраћајног факултета у Добој Научно- наставно вијеће Саобраћајног факултета у Добоју, на приједлог Катедре за информационо комуникационе системе у саобраћају, на сједници 167. сједници одржаној 17. 12. 2020. године, донијело је

**ОДЛУКУ  
о усвајању Извјештаја рецензената**

**I**

Усваја се Извјештај рецензента за верификацију техничког рјешења „Систем за праћење загађења ваздуха проузрокованог саобраћајем заснован на IoT технологији“, а које је везано за пројекат Министарства за научно технолошки развој, високо образовање и информационо друштво Републике Српске.

Извјештај рецензената је саставни дио одлуке.

**II**

Ова Одлука ступа на снагу даном доношења.

**ПРЕДСЈЕДАВАЈУЋИ ВИЈЕЋА**

*Проф. др Зоран Ђургуз*

