Primljen: 6.1.2026.
Prihvaćen: 24.4.2026.

Stručni rad
UDK: 681.121:004.7

IoT sustav za mjerenje potrošnje vode s ESP32 mikrokontrolerom

IoT system for measuring water consumption based on ESP32 microcontroller

[1]Stefano Kokot, [2]Damir Malnar, [3*]Vesna Krajčí
Veleučilište u Rijeci, Vukovarska 58, 51000 Rijeka
e-mail: [1]skokot@veleri.hr, [2]dmalnar@veleri.hr, [3*]vkrajci@veleri.hr

Sažetak: *U radu je prikazan IoT projekt izrade sustava za daljinsko mjerenje potrošnje vode koji predstavlja nadogradnju klasičnog vodomjera bez te mogućnosti. Sustav se temelji na Hallovom efektu pri mjerenju potrošnje vode i bežičnom slanju izmjerenih podataka pomoću ESP mikrokontrolera na platforme Google Cloud i Adafruit IO za grafički prikaz i analizu potrošnje vode. Detaljno je predstavljeno korišteno sklopovlje: postojeći mehanički vodomjer, mikrokontroler ESP32-WROOM-32D s mogućnošću bežične komunikacije i Hallov senzor KY003HMS koji je osjetljiv na promjenu magnetskog polja. Također je detaljno opisan način izrade i programiranja sustava za daljinsko mjerenje potrošnje vode. Izrađeni sustav je jednostavan i jeftin te je posebno pogodan za upotrebu za daljinsko mjerenje potrošnje vode kod mehaničkih vodomjera koji su ugrađeni na teško pristupačnim mjestima, kao i za analizu potrošnje vode zbog kvarova te u iznajmljenim stambenim i poslovnim prostorima.*

Ključne riječi: *IoT vodomjer, ESP mikrokontroler, Hallov senzor*

Abstract: *The paper presents an IoT project of building a system for remote measuring of water consumption, which represents an upgrade of a classic water meter without this capability. The system is based on the Hall effect in measuring water consumption and wirelessly sending measured data using ESP microcontroller to the Google Cloud and Adafruit IO platforms for graphical display and water consumption*

analysis. The hardware used is presented in detail: an existing mechanical water meter, an ESP32-WROOM-32D microcontroller with wireless communication capabilities, and a KY003HMS Hall sensor that is sensitive to changes in the magnetic field. The process of building and programming a system for remote water consumption measurement is also described in detail. The developed system is simple and inexpensive and is particularly suitable for use for remote measurement of water consumption of mechanical water meters installed in difficult-to-access locations, as well as for analyzing water consumption due to faults and in rented residential and commercial premises.

Key words: *IoT water meter, ESP microcontroller, Hall sensor*

1. Uvod

Cilj projekta je bio izraditi vlastiti IoT (engl. Internet of Things) uređaj za daljinsko mjerenje i bilježenje potrošnje vode kao nadogradnju klasičnom vodomjeru korištenjem dostupnih i cijenovno prihvatljivih komponenti. Pretragom interneta pronađeno je više sličnih nekomercijalnih projekata većinom temeljenih na NodeMCU ESP8266 mikrokontroleru i YFS201 senzoru protoka vode sa slanjem podataka na IoT platforme kao što su Thinger.io (IoT Design, 2021.), ThingSpeak (Mamtaz, 2023.) ili Adafruit IO (Darrah, 2020.; Halfacree, 2020.). Također, pronađena su i kompletna komercijalna rješenja koja sadrže vodomjer s daljinskim bežičnim očitanjem potrošnje vode, odašiljačem, prijemnikom i mobilnom aplikacijom za grafički prikaz i analizu, ali takva rješenja su redovito u cjenovnom razredu od 1300 eura ili više (Flows, 2026.).

Za razliku od postojećih rješenja, prototip vlastitog sustava se pokazao relativno jeftin. Ukupna cijena komponenti nadogradnje od 17 eura za sustav koji prati potrošnju vode i omogućava udaljenu pohranu i vizualizaciju mjernih podataka u potpunosti ostvaruje postavljeni cilj. Potrebna je samo instalacija senzora na vodomjeru, izolacija mikrokontrolera na mjestu gdje nije izložen vremenskim neprilikama te osigurano napajanje.

U sljedećem poglavlju objašnjen je izbor sklopovlja potrebnog za izradu vlastitog sustava za daljinsko očitanje potrošnje vode.

2. Sklopovlje i ožičenje

Odabir komponenti vlastitog prototipa sustava za mjerenje potrošnje vode proizašao je iz analize pronađenih nekomercijalnih projekata i načina rada klasičnog vodomjera. Ispostavilo se kako je klasičnom vodomjeru dovoljno dodati jedan mikrokontroler za obradu signala i komunikaciju, Hallov senzor za detekciju magnetskog polja i magnet pričvršćen na litreni zupčanik klasičnog vodomjera.

Klasični mehanički vodomjer namijenjen za ugradnju na kućne instalacije (Slika 1) u cjenovnom je razredu do 40 eura (Ikoma, 2026.), a mjeri količinu vode koja je prošla kroz njega na principu sustava zupčanika i brojila. Zupčanike pokreće rotor čije lopatice tjeraju vodu u prolazu kroz kućište pa se time rotacija prenosi na brojilo. Najmanji, litreni zupčanik nakon punog kruga pomiče najnižu poziciju brojila kao indikatora jedne litre, a pomoću povezanih zupčanika mijenjaju se dalje i više pozicije u skladu s potrošenom vodom (Van Zyl, 2011.).

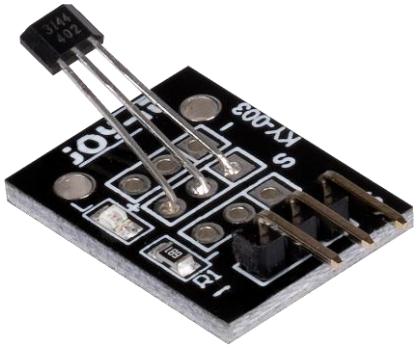
Slika 1. *Mehanički kontrolni vodomjer.*



Izvor: https://www.ikoma.hr/Content/product/image/l/vodomjer-gsd8-rfm.jpg

Kako se kod mehaničkog vodomjera radi o indikaciji rotacije istu je moguće detektirati na više načina, a među jednostavnijima je direktnom primjenom Hallovog senzora kao detektora magnetskog polja. U tu svrhu, kao cjenovno pristupačan, odabran je JOY-IT SEN-KY003HMS senzor baziran na A3144 Hall-efekt tranzistoru (Slika 2). koji na prisutnost magnetskog polja generira digitalni (binarni) signal uz dodatnu vizualnu indikaciju pomoću integrirane svijetleće diode (Joy-IT, 2026.).

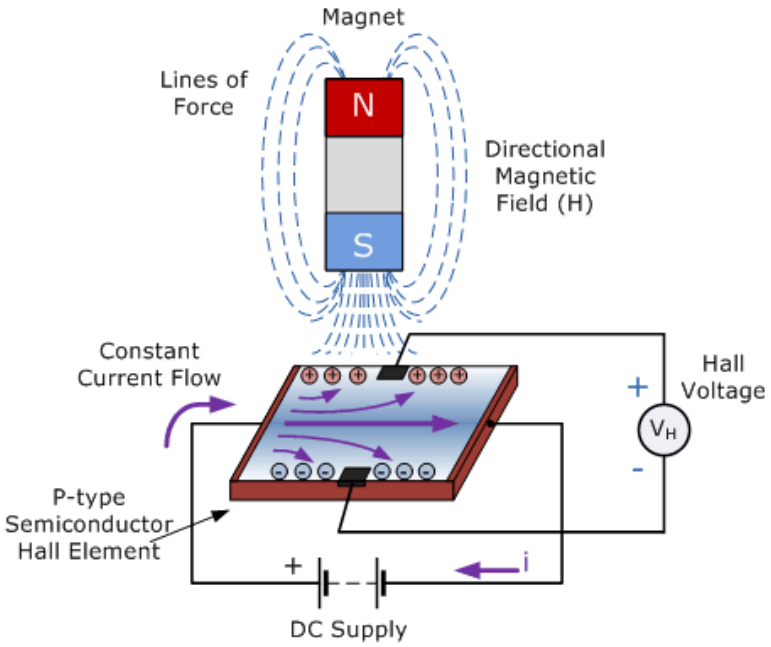
Slika 2. *Magnetski Hallov senzor JOY-IT SEN-KY003HMS.*



Izvor: https://joy-it.net/files/files/Produkte/SEN-KY003HMS/SEN-KY003HMS_3.png

Hallov senzor prikazan na slici 2 funkcionira na principu Hallovog efekta (Slika 3) koji predstavlja pojavu napona na bočnim rubovima poluvodičke pločice protjecane strujom kada na nju djeluje magnetsko polje (Ramsden, 2006.). Kao izvor magnetskog polja na obod litrenog zupčanika vodomjera pričvršćen je minijaturni permanentni magnet čije polje aktivira senzor prilikom prolaska magneta ispred senzora, a to je ujedno i indikacija jedne potrošene litre vode.

Slika 3. *Hallov efekt.*



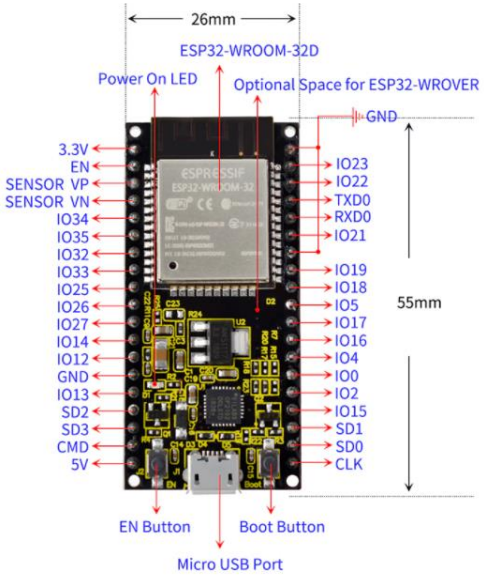
Izvor: https://www.electronics-tutorials.ws/wp-content/uploads/2018/05/electromagnetism-mag26.gif

Logika JOY-IT KY-003 senzora je invertiranog tipa što znači da kad je magnetsko polje prisutno A3144 Hall-efekt tranzistor daje nisku razinu spajanjem na zajednički

potencijal od 0 V. Kako je izlaz tranzistora otvoreni kolektor, kad nema magnetskog polja nužan je vanjski podizajući (engl. pull-up) otpornik za stabilizaciju visoke razine. S obzirom da je JOY-IT KY-003 senzor predviđen za napon od 4.5 do 24 V, a odabrani mikrokontroler koristi 3.3 V logiku, problem podizajućeg otpornika i razlike u logičkim razinama prikladno je riješen aktiviranjem internog podizajućeg otpornika u mikrokontroleru. Interni otpornik sprječava plivajući izlaz Hall-efekt tranzistora, a ujedno služi kao pretvornik logičke razine i time smanjuje broj dodatnih komponenata.

Digitalni signal Hallovog senzora šalje se na odabrani digitalni ulaz ESP32-WROOM-32D mikrokontrolera (Slika 4) koji je odabran zbog adekvatnih računalnih resursa, podrške za spajanje putem Wi-Fi i Bluetooth protokola, široke softverske podrške te zbog relativne cjenovne dostupnosti, što je bilo vrlo važno kod izrade sustava (Keyestudio, 2019.) (Espressif, 2025.).

Slika 4. *ESP32-WROOM-32D modul.*

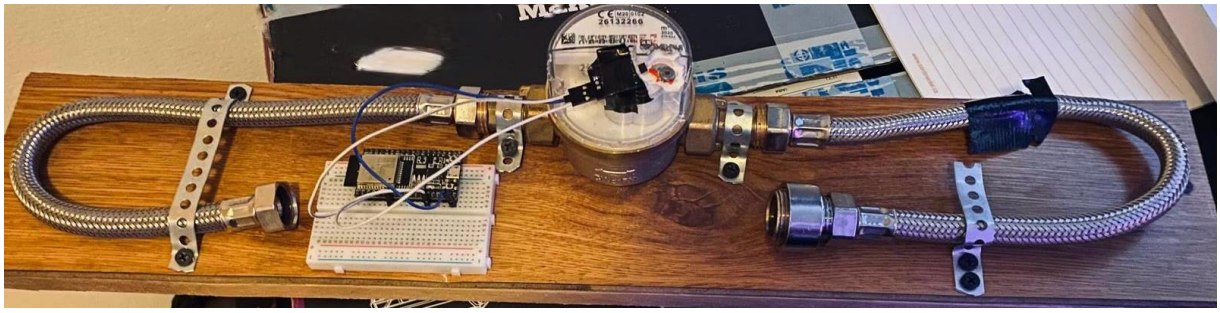


Izvor: https://ueeshop.ly200-cdn.com/u_file/UPAH/UPAH808/2206/photo/fa2ad69933.jpg

Prototip sustava za daljinsko mjerenje potrošnje vode proizašao je kao relativno pristupačan, svega 17 eura, pri čemu ESP32-WROOM-32D modul košta 9.80, senzorski modul JOY-IT SEN-KY003HMS 2.30, a eksperimentalna pločica 4.90 eura. Ako bi se tome pridodali troškovi vodovodnih cijevi i mehanički vodomjer od 40 eura, ukupna cijena sustava bi bila ispod 70 eura. Slika 5 prikazuje konačni izgled prototipa prije montaže dok je na slici 6 prikazan položaj magneta na litrenom zupčaniku u odnosu na

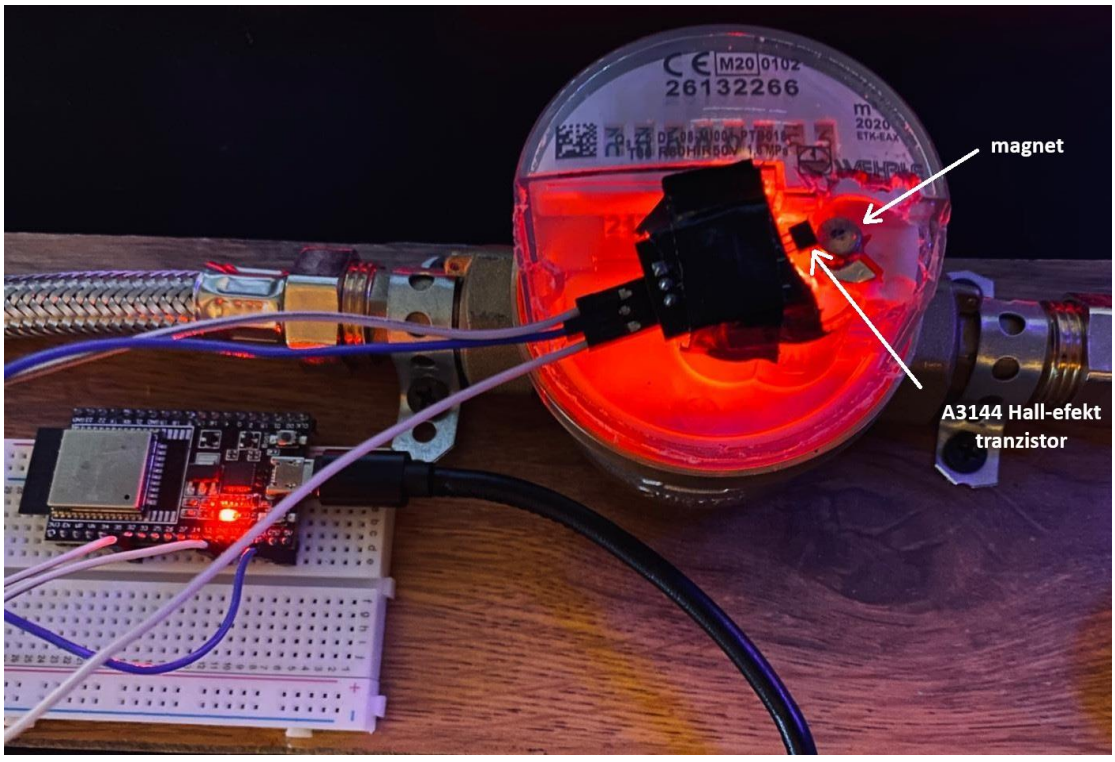
senzor, a također je vidljiva i svjetlosna indikacija koja označava jedan puni krug zupčanika.

Slika 5. *Prototip realiziranog IoT sustava za mjerenje potrošnje vode.*



Izvor: Autori

Slika 6. *Položaj magneta u odnosu na Hallov senzor.*



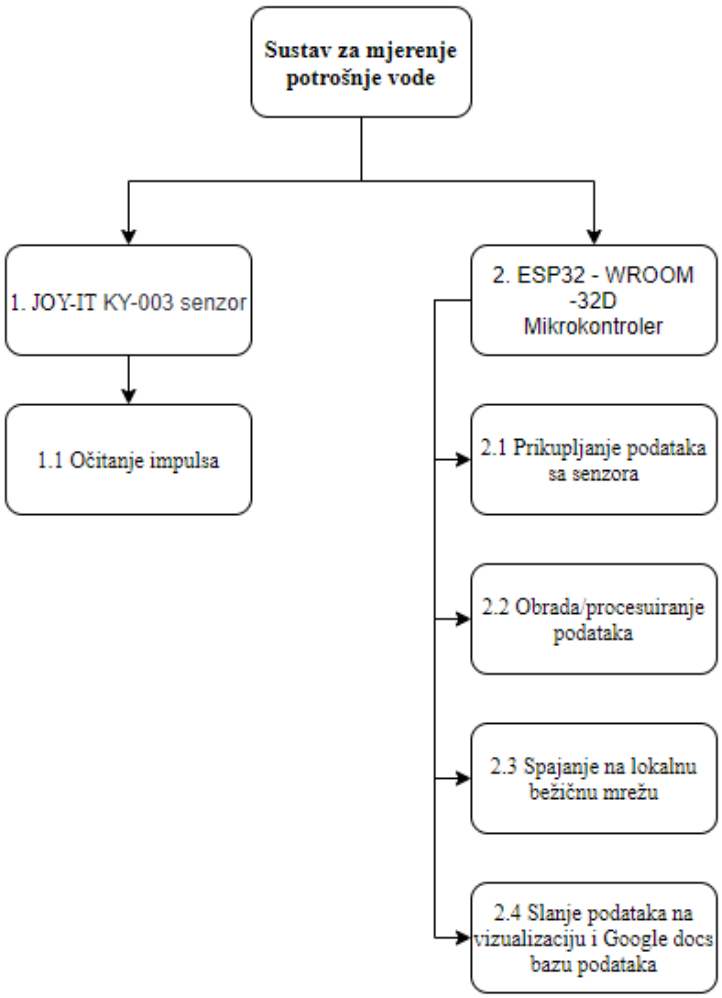
Izvor: Autori

3. Dizajn sustava

Prema definiranim funkcijama po komponentama kako je prikazano na slici 7, sustav za daljinsko mjerenje potrošnje vode treba moći očitati impuls s magnetnog senzora pri potrošnji od 1 litre, prikazati potrošnju u ovisnosti o vremenu i arhivirati podatke u oblaku. Kako odabrani mikrokontroler ima mogućnost bežične komunikacije, tehnički

preduvjet za realizaciju je prikladno napajanje i lokalna bežična mreža s pristupom internetu na lokaciji vodomjera.

Slika 7. *Dijagram funkcija po komponentama sustava.*



Izvor: Autori

Za vizualni prikaz podataka upotrijebljena je platforma Adafruit IO kojoj se pomoću MQTT protokola šalju podaci o impulsima dok platforma generira graf u ovisnosti u vremenu (Adafruit IO, 2026.). Arhiviranje podataka o potrošnji vode, tj. broju impulsa i vremenu se vrši u oblaku korištenjem platforme Google Cloud koja komunicira putem IFTTT protokola s mikrokontrolerskim modulom (IFTTT, 2026.).

4. Programiranje sustava

Sustav je programiran u Arduino IDE programskom okruženju zbog jednostavnosti pristupa i dostupne softverske podrške za odabrani mikrokontroler. Biblioteke čija je funkcionalnost korištena u programiranju prikazane su na slici 8.

Slika 8. *Upotrijebljene biblioteke.*

```
#include <WiFi.h>
#include <Wire.h>
#include "Adafruit_MQTT.h"
#include "Adafruit_MQTT_Client.h"
#include <HTTPClient.h>
#include <NTPClient.h>
#include <WiFiUdp.h>
#include <EEPROM.h>
```

Izvor: Autori

Programski kod za brojenje impulsa prikazan je na slici 9. Funkcijom *digitalRead* očitava se trenutna vrijednost s pina IO32 mikrokontrolera gdje je spojen Hallov senzor i dodijeljuje se varijabli *val* pri čemu *prestate* označava prethodno očitano stanje. Početno stanje varijable *prestate* je 1, a u trenutku kada je vrijednost varijable *val* jednaka 0, povećava se brojilo *count_value* zbog invertirane logike senzora. Mikrokontroler pohranjuje zadnju vrijednost potrošnje vode u varijablu *zadnji_count*. U nastavku slijede funkcije *getTimeStamp*, *sendDataToSheet* i *sendDataToAdaFruit* koje realiziraju sinkronizaciju detektiranih impulsa s vremenom i komunikaciju s vanjskim sustavima za pohranjivanje i vizualizaciju mjerenih vrijednosti.

Slika 9. *Kod za brojenje impulsa.*

```
  val = digitalRead(digitalPin);

 if (val == 0  && prestate == 1) {
   count_value++;
   prestate = val;
   Serial.print("\n");
   value3 = zadnji_count;
   Serial.print("Potrošeno litara = ");
   Serial.println(count_value);

   if (count_value != zadnji_count) {
   zadnji_count = count_value;
   EEPROM.write(0, zadnji_count);
   EEPROM.commit();
   Serial.println("Count saved in flash memory");
 }

   getTimeStamp();
   sendDataToSheet();
   sendDataToAdaFruit();
  }else if(val == 1) {
   prestate = 1;
 }
 delay(100);
}
```

Izvor: Autori

U funkciji *getTimeStamp* se pri svakom prolasku kroz petlju i povećanju brojila uzima vrijeme i datum s definiranog poslužitelja vremena (NTP server) kako bi se znalo kada je točno potrošena litra vode (Slika 10).

Slika 10. *Funkcija getTimeStamp.*

```
void getTimeStamp() {
  while(!timeClient.update()) {
    timeClient.forceUpdate();
  }
  formattedDate = timeClient.getFormattedDate();
  // Izdvajanje Datuma
  int splitT = formattedDate.indexOf("T");
  dayStamp = formattedDate.substring(0, splitT);
  Serial.print("Datum ocitanja: ");
  Serial.println(dayStamp);
  value1 = dayStamp;
  // Izdvajanje vremena
  timeStamp = formattedDate.substring(splitT+1, formattedDate.length()-1);
  Serial.print("Vrijeme ocitanja: ");
  Serial.println(timeStamp);
  value2 = timeStamp;
}
```

Izvor: Autori

Funkcija *sendDataToSheet* (Slika 11) pri svakom prolasku kroz petlju i povećanju

brojila šalje vrijednosti potrošnje, tj. litre, datum i vrijeme u oblak (StechiezDIY, 2020).

Slika 11. *Funkcija sendDataToSheet.*

```
void sendDataToSheet(void)
{
  String url = server + "/trigger/" + eventName + "/with/key/" + IFTTT_Key
  + "?value1=" + String(value1) + "&value2="+String(value2) +"&value3=" + String((int)value3);
  //Start to send data to IFTTT
  HTTPClient http;
  Serial.print("[HTTP] begin...\n");
  http.begin(url); //HTTP

  Serial.print("[HTTP] GET...\n");
  // start connection and send HTTP header
  int httpCode = http.GET();
  // httpCode will be negative on error
  if(httpCode > 0) {
    // file found at server
    if(httpCode == HTTP_CODE_OK) {
      String payload = http.getString();
      Serial.println(payload);
    }
  } else {
    Serial.printf("[HTTP] GET... failed, error: %s\n", http.errorToString(httpCode).c_str());
  }
  http.end();
}
```

Izvor: Autori

Funkcija *sendDataToAdaFruit* prikazana na slici 12 pomoću MQTT protokola (SAP, 2024.) metodom *publish* šalje vrijednost brojila klijentu Adafruit IO. Ako su vrijednost brojila i vrijednost kod klijenta jednake, ispisuje se poruka da se vrijednosti nisu promijenile.

Slika 12. *Funkcija sendDataToAdaFruit.*

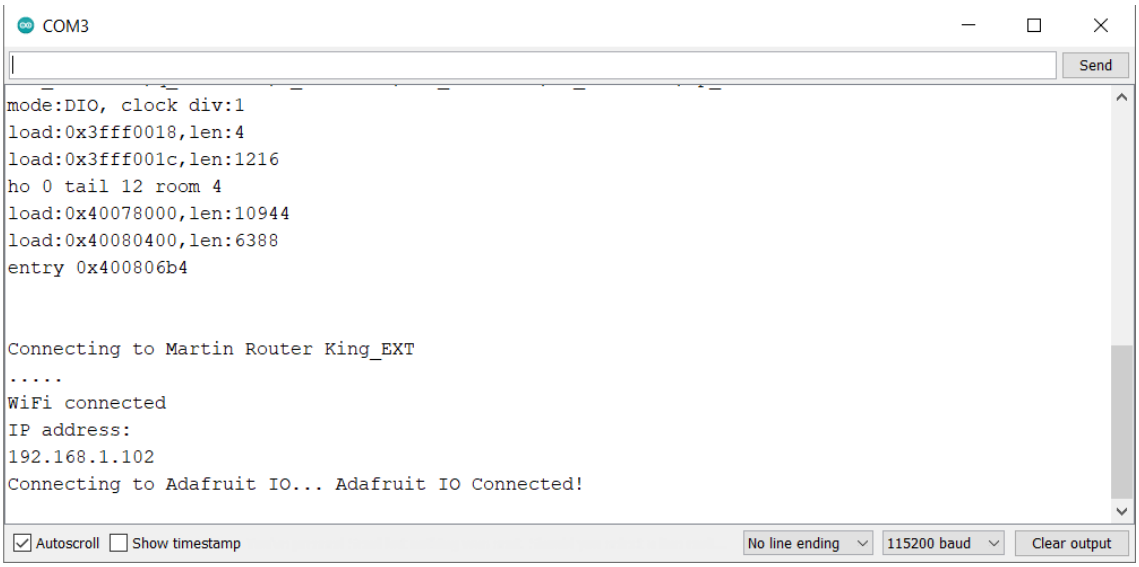
```
void sendDataToAdaFruit(){
 if (! Potrosnja_vode.publish(zadnji_count)) {                    //Publish to Adafruit
      Serial.println(F("Data did not change"));
    }
    else {
      Serial.println(F("Data sent to Adafruit IO!"));
    }
}
```

Izvor: Autori

5. Primjena sustava

Uključivanjem napajanja putem USB kabela počinje pokretanje mikrokontrolera i izvršavanje učitanog programskog koda. Na slici 13 prikazano povezivanje na mrežu i dodjela lokalne IP adrese te uspješnost ostvarivanja veze s klijentom Adafruit IO.

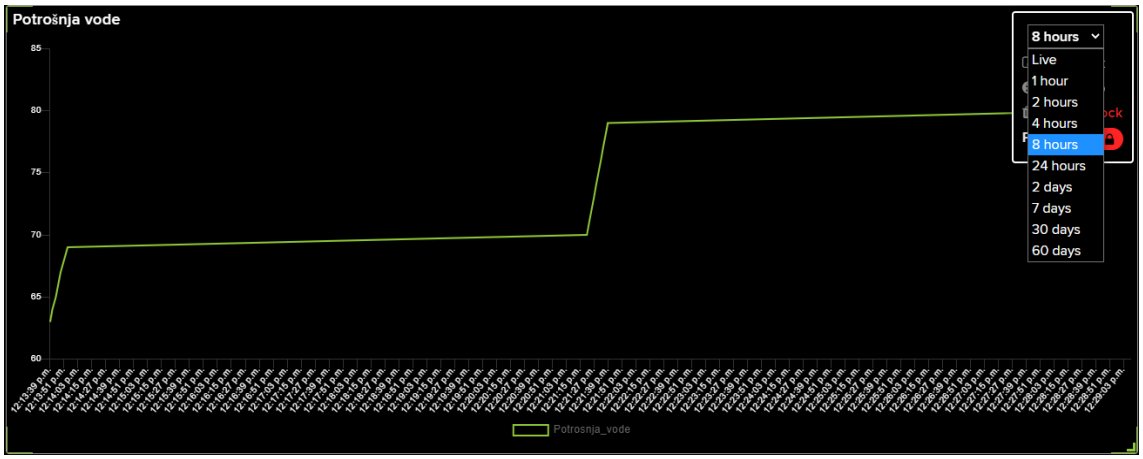
Slika 13. *Poruke u terminalu računala prilikom pokretanja sustava.*



Izvor: Autori

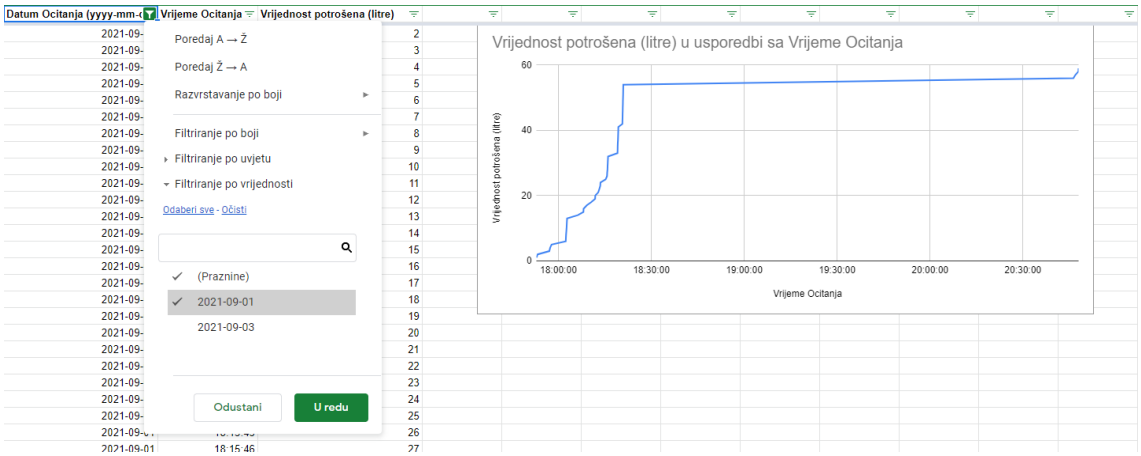
Na platformi Adafruit IO se vizualno prikazuje potrošnja vode u ovisnosti o vremenu (Slika 14). Također se prilikom svake potrošene litre podaci upisuju u tablicu u oblaku te se isti mogu prikazati grafom koji omogućuje filtriranje po datumu i vremenu (Slika 15).

Slika 14. *Grafički prikaz potrošnje vode na platformi Adafruit IO.*



Izvor: Autori

Slika 15. *Grafički prikaz podataka u oblaku.*



Izvor: Autori

6. Zaključak

Izrađeni prototip sustava za bežično mjerenje potrošnje vode i daljinsko očitanje je relativno jednostavan za realizaciju i cjenovno pristupačan, pogotovo ako već postoji ugrađen mehanički vodomjer. Takav sustav je koristan ako su vodomjeri ugrađeni na teško pristupačnim mjestima te u slučaju kvarova za uočavanje naglog povećanja potrošnje, kao i za daljinsko mjerenje u iznajmljenim stambenim i poslovnim prostorima.

Realizirani sustav mjeri potrošnju vode s rezolucijom od jedne litre, a izmjereni podaci se spremaju u oblaku i potrošnja se prikazuje u obliku grafa. Kako su svi podaci dostupni u oblaku daljnja moguća nadogradnja obuhvaćala bi izradu vlastite mobilne i web aplikacije za vizualizaciju i statističku obradu podataka. Uz prethodno umjeravanje i atestiranje te izradu adekvatnog kućišta prototip bi imao potencijal i za komercijalizaciju te bi mogao predstavljati alternativu aktualnim rješenjima.

Literatura

Adafruit IO. (2026). Adafruit IO MQTT Connection Details. https://io.adafruit.com/api/docs/mqtt.html#mqtt-connection-details (29.3.2026.)

Darrah, K. (2020). IoT Water Meter with ESP32 - Full Tutorial and Code. https://www.youtube.com/watch?v=D6JG2DZeWeY&t=995s (25.3.2026.)

Flows. (2026). Wireless & Remote Water Meter Reading Systems. https://www.flows.com/wireless-remote-water-meter-reading-systems/ (26.3.2026.)

Espressif. (2025). ESP32-WROOM-32D Datasheet Version 2.6. https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32d_esp32-wroom-32u_datasheet_en.pdf (28.3.2026.)

Halfacree, G. (2020). Kevin Darrah Demos Water Usage Monitoring via an ESP32, Adafruit IO, and a Hall Effect Sensor. https://www.hackster.io/news/kevin-darrah-demos-water-usage-monitoring-via-an-esp32-adafruit-io-and-a-hall-effect-sensor-6ba69ecae696 (25.3.2026.)

IFTTT. (2026). Get started: Free and powerful integrations with IFTTT. https://platform.ifttt.com/docs (29.3.2026.)

Ikoma. (2026). Cijene vodomjera. https://www.ikoma.hr/hr/cijene/vodomjeri-762/ (26.3.2026.)

IoT Design. (2021). IoT Based Water Flow Meter. https://iotdesignpro.com/projects/iot-based-water-flow-meter (24.3.2026.)

Joy-IT. (2026). KY-003 Hall effect magnet sensor. https://joy-it.net/en/products/SEN-KY003HMS (27.3.2026.)

Keyestudio. (2019). Keyestudio ESP32-WROOM-32D Module Core Board /Wi-Fi+BT+BLE MCU. https://www.keyestudio.com/2019new-keyestudio-esp32-wroom-32d-module-core-board-wi-fibtble-mcu-for-arduino-p0545-p0545.html (28.3.2026.)

Mamtaz, A. (2023). IoT Water Flow Meter using ESP8266 & Water Flow Sensor. https://how2electronics.com/iot-water-flow-meter-using-esp8266-water-flow-sensor/ (24.3.2026.)

Ramsden, E. (2006). Hall-Effect Sensors – Theory and Application, II. edition, Newnes, Oxford.

SAP. (2024). Send Data with MQTT. https://help.sap.com/doc/5dd7e42b19f24df487667ef84ab467ea/Cloud/en-US/iot.cf.send.data.mqtt.pdf (29.3.2026.)

StechiezDIY. (2020). Send Data to Google Spread Sheet using ESP32 IFTTT, DHT11. https://www.youtube.com/watch?v=YkA4TUgCmRA&ab_channel=StechiezDIY (29.3.2026.)

Van Zyl, J. E. (2011). Introduction to Integrated Water Meter Management, I. edition, Water Research Commission, Gezina.