

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, STROJARSTVA I BRODOGRADNJE**

**IZVJEŠTAJ**  
**METEOROLOŠKA STANICA**

Vedran Obradović

*Split, lipanj, 2020*

## Sadržaj:

1. Uvod.....	1
2. Arhitektura sustava .....	2
3. Elementi arhitekture.....	2
3.1 ESP8266 .....	2
3.2 BME680.....	4
3.3 ThingSpeak.....	5
4. Software .....	6
4.1 ESP8266 program.....	6
5. Realizacija projekta.....	8
5.1 Primjer .....	10
5.2 Testiranje „deepSleep“ moda .....	11
6. Zaključak.....	13
7. Literatura.....	14

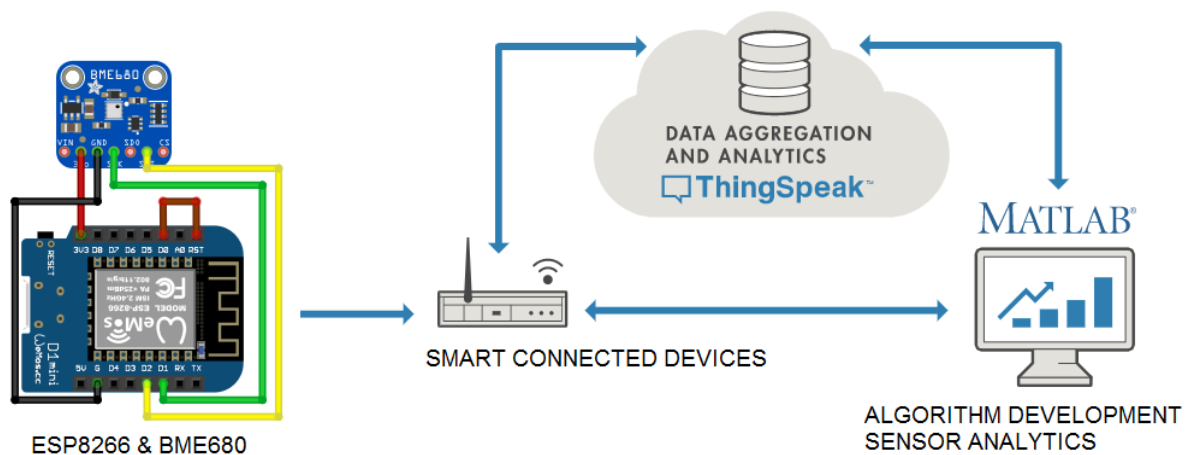
# 1. Uvod

Meteorološka stanica je ustanova meteorološke službe koja služi za meteorološka promatranja radi proučavanja vremena i klime, te za druga znanstvena istraživanja koja su od značaja za sve grane ljudske djelatnosti, naročito za poljoprivredu, šumarstvo, vodoprivredu i promet. U okviru Svjetske meteorološke organizacije služe za međunarodnu razmjenu podataka za proučavanje Zemljine atmosfere kao cjeline.

U ovom projektu je prikazan postupak realizacije meteorološke stanice pomoću određenog senzora te Wi-Fi modulom koji će podatke upisivati u grafove kako bi se mogli analizirati.

U idućim poglavljima upoznat ćemo se sa arhitekturom sustava te sa komponentama koje su nam potrebne da bi realizirali ovu meteorološku stanicu.

## 2. Arhitektura sustava



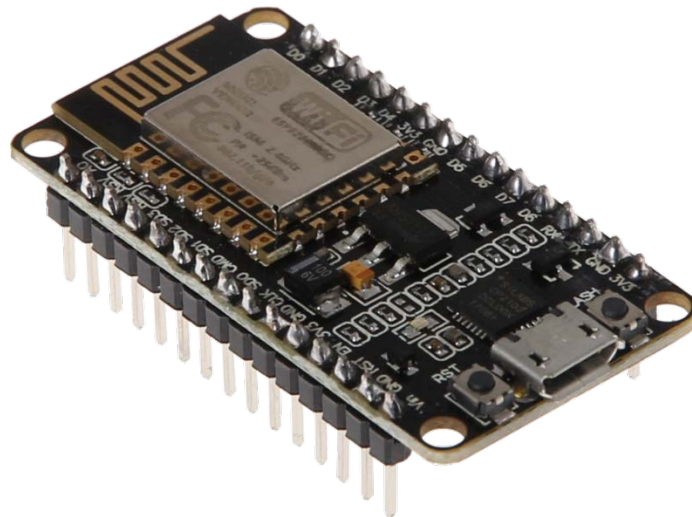
*Slika 1. Arhitektura sustava*

Povezivanjem senzora i Wi-Fi mikročipa sa internetom omogućeno je pratiti podatke na internetu. Senzor koji očitava podatke temperature, vlage i tlaka zraka šalje podatke preko Wi-Fi mikročipa na ThingSpeak platformu koja omogućuje objedinjavanje, vizualizaciju i analizu podataka. Za ostvarenje ovog projekta potreban je Wi-Fi mikročip ESP8266, senzor plina BME680 te odgovarajuća softverska i hardverska oprema.

## 3. Elementi arhitekture

### 3.1 ESP8266

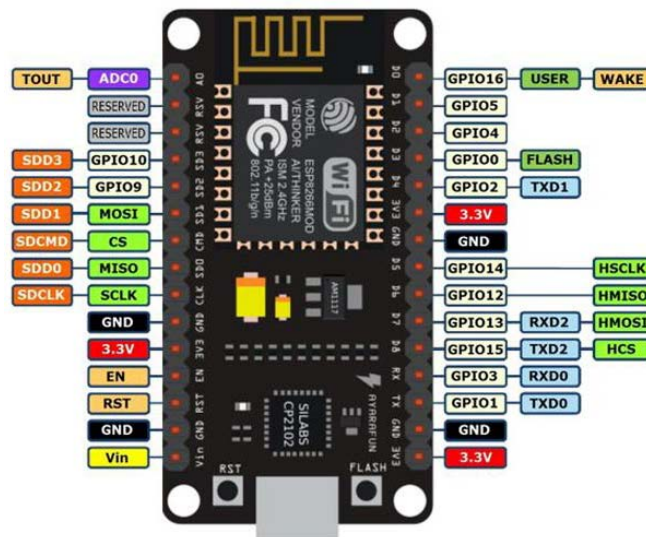
ESP8266 je niskobudžetni Wi-Fi mikročip s punim mogućnostima mikrokontrolera. To je kompletan 32-bitni SoC (System on Chip) s ugrađenom flash memorijom, RAMom i EEPROMom kojega čak možete direktno programirati iz Arduino sučelja, bez potrebe za dodatnim mikrokontrolerom.



*Slika 2. ESP8266*

**Značajke:**

- Microcontroller: Tensilica 32-bit RISC CPU Xtensa LX106
- Operating Voltage: 3.3V
- Input Voltage: 7-12V
- Digital I/O Pins (DIO): 16
- Analog Input Pins (ADC): 1
- UARTs: 1
- SPIs: 1
- I2Cs: 1
- Flash Memory: 4 MB
- SRAM: 64 KB
- Clock Speed: 80 MHz
- USB-TTL based on CP2102 is included onboard, Enabling Plug n Play
- PCB Antenna
- Small Sized module to fit smartly inside your IoT projects



*Slika 3. Definirani pinovi na ESP8266*

Sa *Slike 3.* je vidljivo da su pinovi već opredijeljeni za određene funkcije pa je potrebno obratiti pažnju oko odabira pinova koje ćemo koristiti u projektu.

### 3.2 BME680

BME680 je prvi senzor za plin koji integrira senzore plina, tlaka, vlage i temperature za visoku linearnost i visoku točnost. Posebno je razvijen za mobilne aplikacije i nosive uređaje gdje su veličina i mala potrošnja energije kritični zahtjevi. BME680 garantira (ovisno o specifičnom načinu rada) optimiziranu potrošnju, dugoročnu stabilnost i visoku stabilnost EMC-a. Da bi se mjerila kvaliteta zraka za osobno blagostanje, senzor plina unutar BME680 može otkriti širok raspon plinova, poput hlapivih organskih spojeva.



*Slika 4. BME680*

PARAMETRI	TEHNIČKI PODACI
Operation range (full accuracy)	Pressure: 300...1100 hPa Humidity 0...100% Temperature: -40...85°C
Supply voltage VDDIO	1.2 ... 3.6 V
Supply voltage VDD	1.71 ... 3.6 V
Interface	I <sup>2</sup> C and SPI
Average current consumption (1Hz data refresh rate)) Average current consumption in sleep mode	2.1 $\mu$ A at 1 Hz humidity and temperature 3.1 $\mu$ A at 1 Hz pressure and temperature 3.7 $\mu$ A at 1 Hz humidity, pressure and temperature 0.09–12 mA for p/h/T/gas depending on operation mode
Gas sensor: Response time ( $\tau$ 33-63%) Sensor-to-sensor deviation Power consumption Output data processing	< 1 s (for new sensors) +/- 15% +/- 15 < 0.1 mA in ultra-low power mode direct output of IAQ: Index for Air Quality
Humidity sensor: Response time ( $\tau$ 0-63%) Accuracy tolerance Hysteresis	8 s $\pm 3$ % relative humidity $\leq 1.5$ % relative humidity
Pressure sensor: RMS Noise Sensitivity Error Temperature coefficient offset	0.12 Pa (equiv. to 1.7 cm) $\pm 0.25$ % (equiv. to 1 m at 400 m height change) $\pm 1.3$ Pa/K (equiv. to $\pm 10.9$ cm at 1°C temperature change)

*Tablica 1. Tehnička obilježja senzora BME 680*

### 3.3 ThingSpeak

ThingSpeak je usluga platforme IoT analitika koja vam omogućuje objedinjavanje, vizualizaciju i analizu podataka u tom trenutku.

Neke od ključnih mogućnosti ThingSpeak-a:

- Jednostavno konfigurirajte uređaje za slanje podataka u ThingSpeak koristeći popularne IoT protokole.
- Vizualizirajte podatke senzora u stvarnom vremenu.

- Skupni podaci na zahtjev iz izvora treće strane.
- Koristite snagu MATLAB-a da biste smislili svoje IoT podatke.
- Automatsko pokretanje analitike IoT na temelju rasporeda ili događaja.
- Izrada prototipa i izrada IoT sustava bez postavljanja poslužitelja ili razvoja web softvera.
- Automatski djelujte na svoje podatke i komunicirajte koristeći usluge treće strane poput Twilio® ili Twitter®.

## 4. Software

### 4.1 ESP8266 program

Za programiranje ESP8266 mikrokontrolera koristi se Arduino IDE. Povezivanje ESP8266 sa internetom i platformom ThingSpeak obavlja se preko ThingSpeak.h i ESP8266WiFi.h dok za povezivanje sa BME680 senzorom koristi Adafruit\_BME680.h.

Kôd za povezivanje modula na Internet:

```
// Parametri mreže
const char *ssid = "107755";
const char *pass = "1y3iz41srf";

void setup()
{
    WiFi.begin(ssid, pass);

    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
    {
        delay(100);
        Serial.print(".");
    }

    Serial.println("");
    Serial.print("Connected to ");
    Serial.println(ssid);
    Serial.print("IP address: ");
    Serial.println(WiFi.localIP());
}
```



Kôd za definiranje podataka ThingSpeak kanala:

```
// ThingSpeak informacije
char thingSpeakAddress[] = "api.thingspeak.com";
unsigned long channelID = 1067808;
char *readAPIKey = "6G23L6NXBJGILZNC"; //api key za citat
char *writeAPIKey = "NX7OUFYQ3PNP96IT"; //api key za pisat

const unsigned long postingInterval = 120L * 1000L;
unsigned int dataFieldOne = 1; // Polje za upisivat temperaturu
unsigned int dataFieldTwo = 2; // Polje za upisivat vlažnost
unsigned int dataFieldThree = 3; // Polje za upisivat tlak
```

„Void loop“ koda koji očitava podatke sa senzora, šalje ih na ThingSpeak kanal te postavlja modul u „deep sleep“ na 15 min koji je realiziran preko State Machine:

```
void loop()
{
    switch (state)
    {
        case READ_SERIAL:
            state = READ_SENSORS;
            break;
        case READ_SENSORS:
            temp = bme.readTemperature();
            hum = bme.readHumidity();
            press = bme.readPressure() / 100.0;
            state = UPLOAD;
            break;
        case UPLOAD:
            write2TSDData(channelID, dataFieldOne, temp, dataFieldTwo, hum, dataFieldThree, press); //upisivanje podataka na ThingSpeak
            state = SLEEP;
            break;
        case SLEEP:
            ESP.deepSleep(900e6);
            break;
    }
}
```

## 5. Realizacija projekta

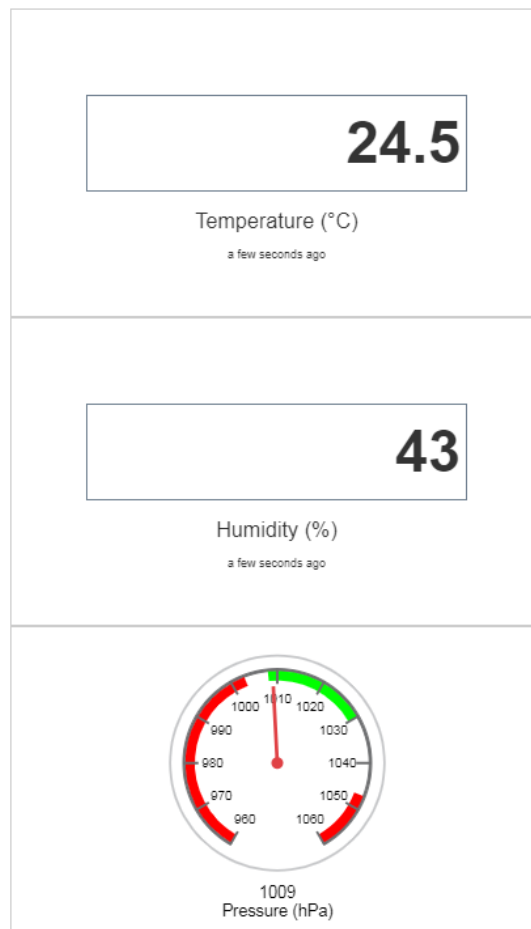
Radi zaštite od neposrednog Sunčevog zračenja i topline koju isijava tlo, termometri za mjerenje temperature zraka na meteorološkim postajama smješteni su u takozvanoj termometrijskoj kućici ili zaklonu. Termometrijska kućica postavlja se na slobodnom prostoru, oko 2 metra iznad tla. Kućica je napravljena od drveta, sa stijenkama od žaluzija koje omogućuju slobodno strujanje (cirkulaciju) zraka, a vrata su kućice okrenuta prema sjeveru.



*Slika 5. Termometrijska kućica*

Kad je ESP modul spojen na napajanje on se prvo spaja na Wi-Fi mrežu koju smo mu definirali u kôdu, zatim očitava vrijednosti temperature, vlage i tlaka zraka te ih šalje na ThingSpeak platformu. Nakon što se podaci uspješno pošalju, vlastita web stranica (*Slika 6.*) preuzima podatke te prikazuje zadnje očitavanje vrijednosti temperature, vlažnosti i tlaka zraka. Uz te podatke nalazi se i podatak o vremenu zadnjeg uspješnog očitavanja senzora. Na dnu stranice se nalazi link za otvaranje grafova na kojima se nalaze podaci iz prošlih očitavanja. Zbog optimiziranja meteorološke stanice nakon mjerenja modul ulazi u deepSleep mod zbog uštede energije. Mjerenja je potrebno izvršavati po pravilu u 00, 06, 12 i 18 sati po svjetskom vremenu ili 01, 07, 13 i 19 sati po srednjoeuropskom vremenu. U ovom projektu je definirano da se očitavanja izvršavaju svakih 15 min.

## Weather station by



Location: Split

[GRAPHS](#)

© 2020, Sva prava pridržana  
Vedran Obradović, [Hortus-Čapljina](#)

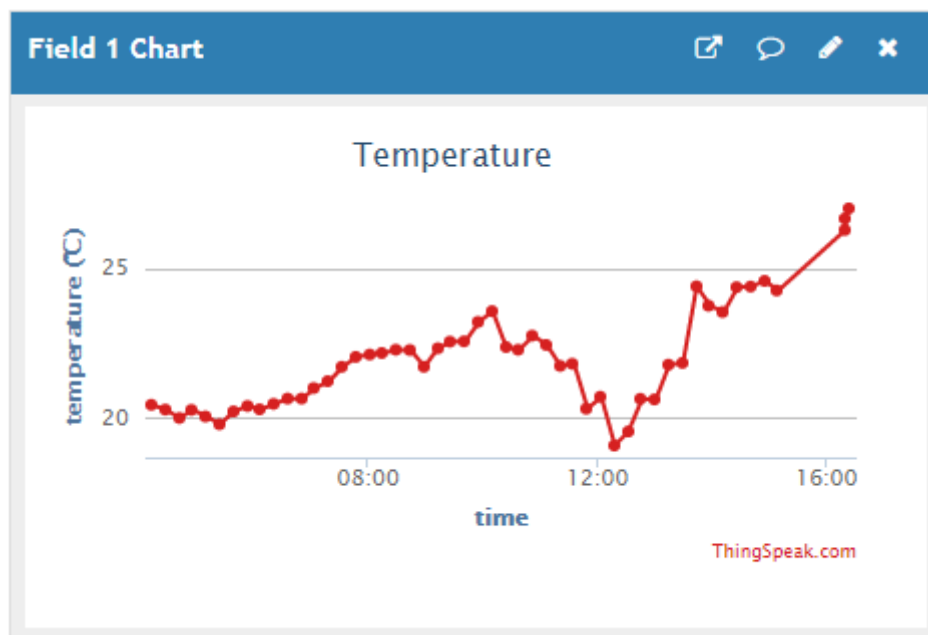
*Slika 6. Internet stranica*

Cijeli kod ovog projekta je moguće pronaći na sljedećem linku:

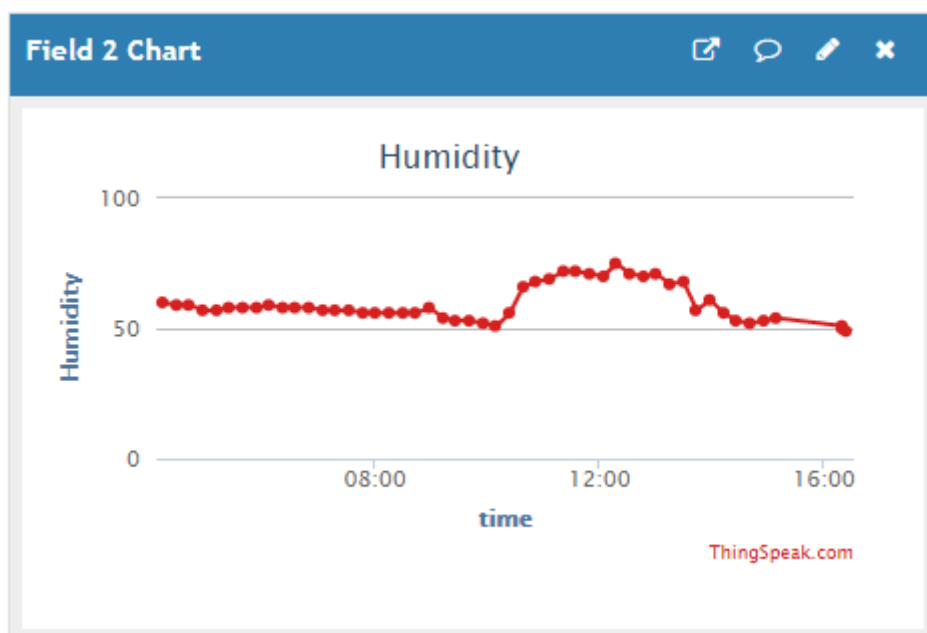
[https://github.com/vedranobradovic/izvjestaji\\_WiSe\\_2019\\_20/tree/master/weather%20station](https://github.com/vedranobradovic/izvjestaji_WiSe_2019_20/tree/master/weather%20station)

Web stranica: <http://pzi1.fesb.hr/~vobrad19/Weather%20station/>

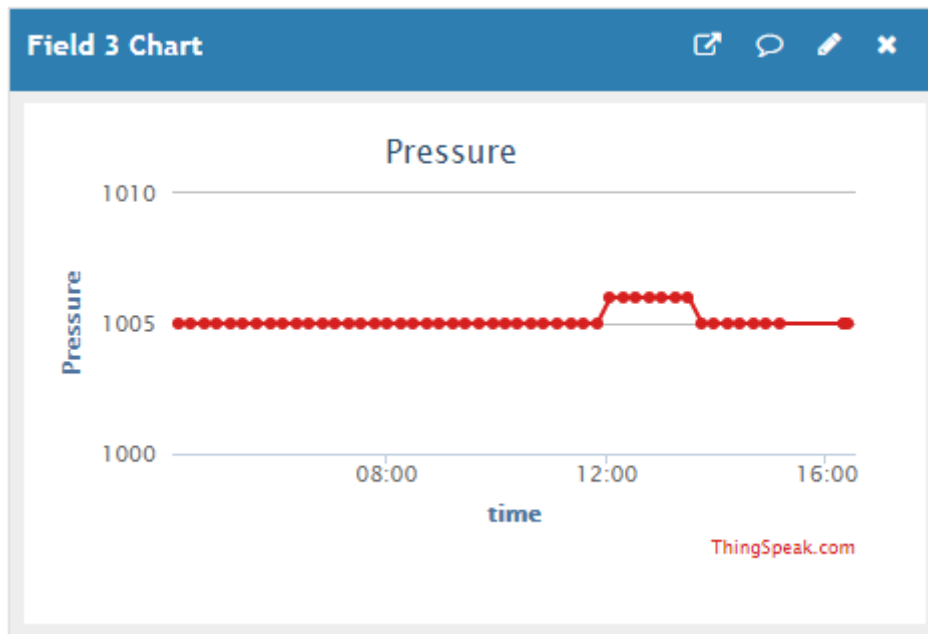
## 5.1 Primjer



a)



b)



c)

*Slika 7. Primjer jednog očitavanja a) temperature, b) vlažnosti i c) tlaka zraka*

U ovom primjeru prikazan je jedan promjenjiv proljetni dan. Iz podataka sa *Slike 7.* vidljivo je da je dan počeo sa sunčanim satima do oko 10 sati ujutro nakon čega je došla naoblaka te je počela kiša. Tada je temperatura počela padat a vlažnost i tlak zraka su počeli rasti. Iza podne vrijeme se ponovno stabiliziralo te je temperatura počela rasti a vlažnost i tlak zraka padat.

## 5.2 Testiranje „deepSleep“ moda

Za vrijeme rada ESP8266 modul troši struju od oko 150 mA (*Slika 8.*) dok za vrijeme deepSleep-a troši struju od oko 76 mA (*Slika 9.*). Potrošnja je iznad očekivane po specifikacijama uređaja. Moguće smetnje mogle bi biti nedovoljno optimiziran kôd, starost modula te neispravnost pojedinih komponenti samog modula.



*Slika 8. Potrošnja za vrijeme rada*



*Slika 9. Potrošnja za vrijeme deepSleep-a*

## 6. Zaključak

Meteorološke postaje služe u prvom redu za potrebe prognoze vremena, imaju kvalificirano osoblje te instrumente za kontinuirano bilježenje tlaka, temperature i vlažnosti zraka, vjetra, oborina, trajanja sijanja Sunca te isparavanja, a provode najčešće mjerenja i motrenja svih vremenskih pojava u glavnim sinoptičkim terminima.

Ovim projektom smo pokazali da je moguće napraviti meteorološku stanicu koja bilježi vrijednosti temperature, vlažnosti i tlaka zraka pomoću samo jednog senzora koji je pouzdan. Moguće je dodavanje mjerenja drugih podataka uz dodavanje za to potrebnih senzora. Uz sve te troškove realizacija ovakve meteorološke stanice je i dalje jeftina.

## 7. Literatura

<https://thingspeak.com/>

<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=40415>

[https://hr.wikipedia.org/wiki/Meteorolo%C5%A1ka\\_postaja](https://hr.wikipedia.org/wiki/Meteorolo%C5%A1ka_postaja)

<https://www.bosch-sortec.com/products/environmental-sensors/gas-sensors-bme680/>

<https://en.wikipedia.org/wiki/ESP8266>