

UNIVERZITET U SARAJEVU  
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET  
ODSJEK ZA TELEKOMUNIKACIJE

# SISTEM ZA DISTRIBUIRANO MJERENJE NIVOVA VODE

PROJEKAT IZ PREDMETA: BEŽIČNE MREŽNE TEHNOLOGIJE

Hasanbegović Selma, 17753  
Kerla Almedina, 17805  
Sarajlić Habin, 17778  
Šetić Merjema, 17986

Sarajevo, 2020. godina

---

# Sadržaj

<b>Sadržaj</b>	<b>i</b>
<b>1 Analiza projektnog zadatka</b>	<b>1</b>
1.1 Opis problema . . . . .	1
1.2 Korištena oprema . . . . .	1
1.3 Shema spajanja . . . . .	4
<b>2 Eksperimentalni rezultati</b>	<b>9</b>
2.1 Serial monitor . . . . .	9
2.2 Baza podataka . . . . .	9
2.3 Web stranica . . . . .	10
<b>Zaključak</b>	<b>12</b>
<b>Popis slika</b>	<b>13</b>
<b>Popis tablica</b>	<b>14</b>
<b>Bibliografija</b>	<b>15</b>

---

# 1. Analiza projektnog zadatka

## 1.1. Opis problema

U sklopu našeg projektnog zadatka, potrebno je napraviti prototip sistema za praćenje nivoa vode unutar minimalno dva kontejnera.

Krajnji čvorovi trebaju sadržavati LoRa komunikacijski modul, te senzor za praćenje nivoa vode. U slučaju da je nivo vode dostigao kritični prag, potrebno je poslati SMS poruku osobi koja vrši nadzor nad prijemnim čvorom. Podatke o nivou vode treba zabilježiti u bazu podataka, te ih prikazati putem korisničkog interfejsa u vidu WEB stranice.

Odabrano je da se u bazu podataka pohranjuju podaci o trenutnom nivou vode, a u slučaju da isti pređe definisani kritični nivo, potrebno je poslati SMS poruku korisniku/odgovornoj osobi. Na WEB stranici se prikazuje trenutne vrijednosti nivoa vode dok je pomoću sistema boja (zeleni i crveni) signalizirano da li je nivo vode ispod ili je dostigao kritični prag.

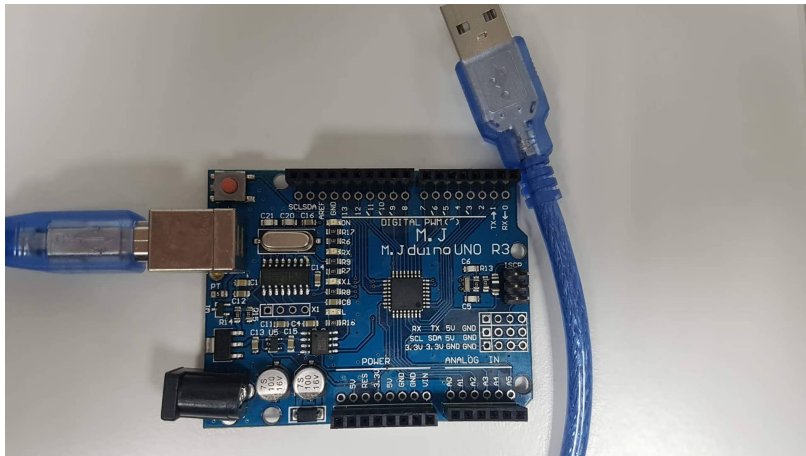
Na ovaj način bi trebalo biti omogućeno praćenje trenutnog nivoa vode, te osigurano da, ukoliko on pređe određenu vrijednost, korisnik/odgovorna osoba bude odmah obaviještena u svrhu provođenja određenih akcija.

## 1.2. Korištena oprema

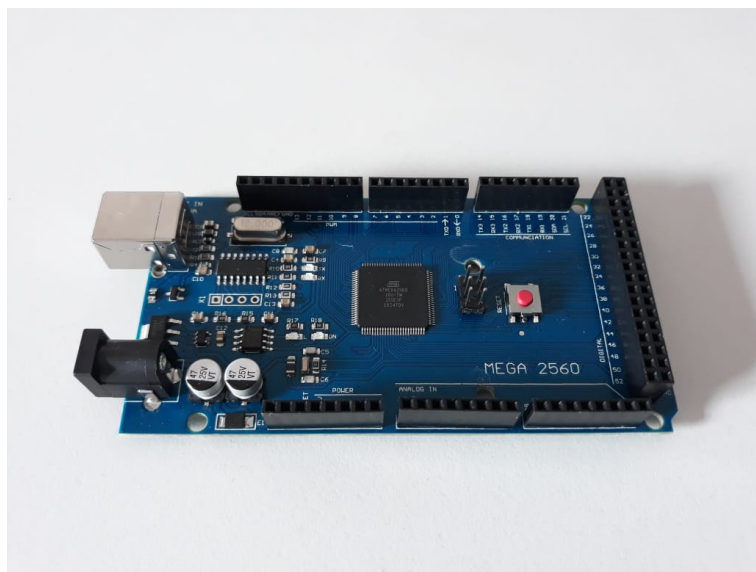
Korištena oprema za realizaciju projektnog zadatka je:

- Arduino UNO R3
- Arduino Mega 2560
- Dva LoRa komunikacijska modula (20dBm LoRa Long Range RF Front-end Module) SX1276
- GSM modul (SIM800L GSM Module)
- Dva Grove - Water senzora
- Arduino Ethernet Shield
- DC-DC Buck Converter LM2596

- Matador ploča
- Žičani kratkospojnici- jumperi



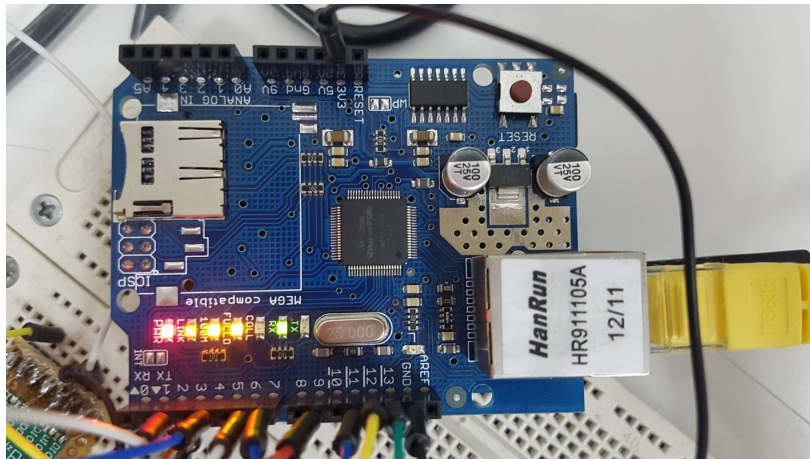
Slika 1.1: Arduino UNO ploča



Slika 1.2: Arduino Mega ploča

Na slici 1.1 je prikazan korištena Arduino Uno ploča. Prvobitna zamisao je bila da se za komunikaciju modula koriste dvije Arduino Uno ploče. Međutim, zbog nedovoljne veličine memorije na istim, za komunikaciju sa GSM modulom je iskorištena Arduino Mega ploča (slika 1.2).

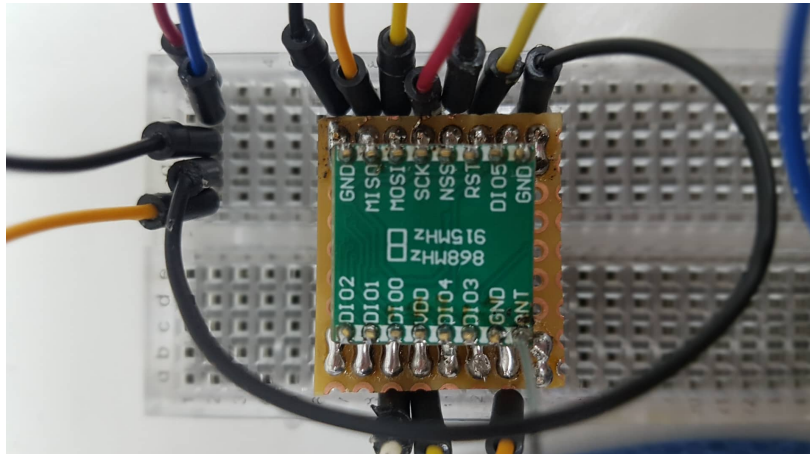
Budući da Arduino pločice ne posjeduju Ethernet interfejs, za dodjelu istog je iskorišten Ethernet Shield, prikazan na slici 1.3. Bitno je napomenuti da je Ethernet Shield iskorišten za povezivanje sa Arduino Mega pločicom.



Slika 1.3: Arduino Ethernet Shield

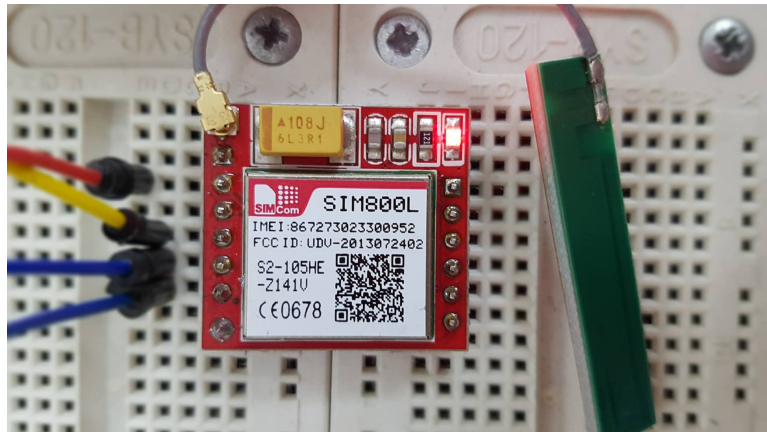
LoRa (Long Range) komunikacijski modul je jednostavan za korištenje iz razloga što nije potrebno da se viši npr. skeniranje ili uparivanje uređaja. On šalje podatke kada god to korisnik želi, a bilo koji drugi modul (koji radi na istoj frekvenciji kao i LoRa komunikacijski modul) prima te podatke. Nakon toga, prijemni uređaj može poslati svoj odgovor. Korišteni datasheet je naveden u literaturi [1].

LoRa komunikacijski modul spada u LPWPAN (low-power wide-area network) tehnologiju. Modul korišten tokom izrade našeg projektnog zadatka je prikazan na slici 1.4.



Slika 1.4: LoRa komunikacijski modul

Kako bi se omogućilo slanje i primanje SMS poruka, za koje je već ranije navedeno da služe kako bi obavijestili korisnika kada nivo vode pređe predefinisani prag, koristili smo SIM800L GSM modul (slika 1.5) [2].



Slika 1.5: GSM modul

Grove- Water Sensor (1.6) je modul koji je indicirao da li je senzor suh, ili je potopljen u vodu do nekog određenog nivoa koji se očitavao i upisivao u bazu podataka. U skladu sa očitanim nivoom vode i predefinisanim pragom, odlučivalo se da li je potrebno poslati SMS poruku o prekoračenom dozvoljenom nivou vode ili ne. Detaljnije o ovom senzoru se može pronaći na stranici navedenoj u literaturi [3].

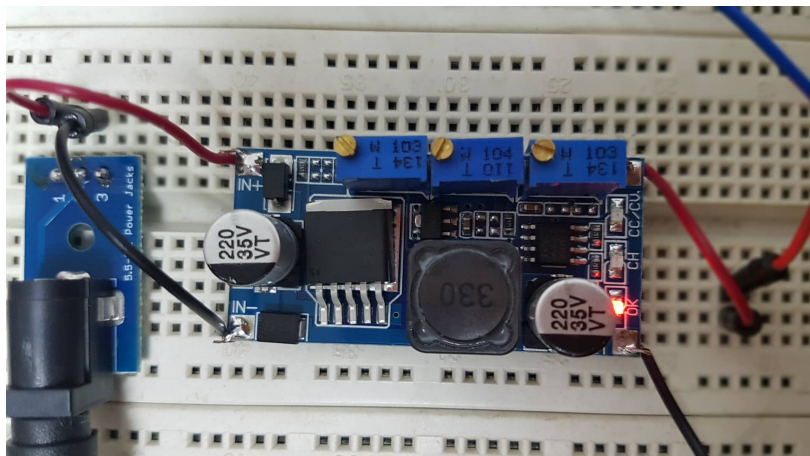


Slika 1.6: Grove- Water Sensor

Budući da, tokom izrade našeg projektnog zadatka, GSM modul nije mogao podržati napon od 5V, bilo je potrebno ostvariti napon u rangu 3.4V-4.4V, pa je korišten DC-DC Buck Converter tipa LM2596 [4] koji je prikazan na slici 1.7.

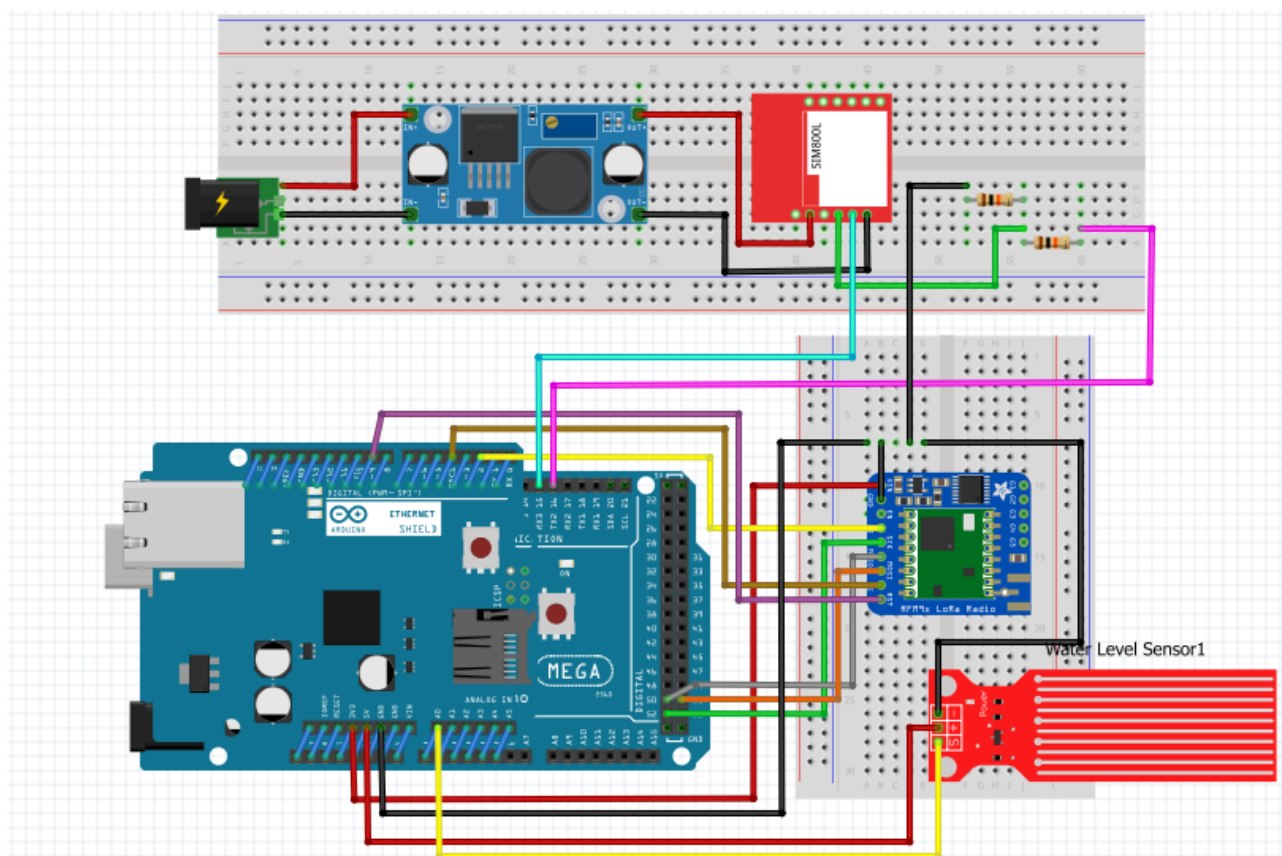
### 1.3. Shema spajanja

Zbog korištenja više komponenti kao i zbog njihovog kompleksnog spajanja, shema spajanja ovog sistema će biti prikazana na dvije odvojene slike, dok se za njenu izradu koristio *software*-ski alat *Fritzing*. Na prvoj slici je prikazana shema spajanja Arduino Mega pločice sa senzorom za praćenje nivoa vode (*Water sensor*), LoRa i GSM modulom, dok je na drugoj prikazana shema spajanja Arduino Uno pločice sa *Water* senzorom i LoRa



Slika 1.7: DC-DC Buck Converter

komunikacijskim modulom. U nastavku su detaljno objašnjeni koraci prilikom spajanja sheme sistema.



Slika 1.8: Prvi dio sheme spajanja sistema

Na slici 1.8 je prikazan prvi dio sheme spajanja našeg sistema. Prvi korak prilikom povezivanja svih komponenti jeste spajanje Ethernet Shield ploče (slika 1.3) i Arduino Mega ploče (slika 1.2). Navedeno povezivanje je najjednostavnije izvršiti tako što se jednostavno Ethernet Shield utakne sa gornje strane Arduino ploče. Ethernet Shield će se kasnije povezati na lokalnu Ethernet mrežu (na koju je povezan i računar) pomoću UTP kabla, dok se Arduino Mega pločica spaja putem USB kabla na računar.



Naredni korak predstavlja povezivanje Arduino ploče sa LoRa modulom prikazanim na slici 1.4. Zbog nedostatka postojanja adekvatne biblioteke u *Fritzing* alatu, iskorišten je drugi LoRa modul (*Adafruit RFM95W LoRa Radio* [5]) koji radi na istim frekvencijama, a posjeduje i identične pinove kao i modul koji je korišten u ovom projektu. Iako posjeduje iste pinove, oni su drugačije raspoređeni i imaju drugačije oznake.

U tabeli 1.1 je data usporedba korištenih pinova i način njihovog povezivanja prilikom spajanja Arduino ploče i LoRa modula. Iskorišteni LoRa modul prilikom pravljenja sheme ima manji broj GND pinova (jedan) u odnosu na LoRa model SX1276 koji je korišten u projektu (tri). Potrebno je samo povezati preostala dva GND pina na uzemljenje, što je i urađeno prilikom realizacije projektnog zadatka.

Tablica 1.1: Korišteni pinovi prilikom povezivanja Arduino ploče i LoRa modula

LoRa SX1276	Adafruit RFM95W LoRa	Arduino Uno	Arduino Mega
VCC	VIN	3.3V	3.3V
GND	GND	GND	GND
SCK	SCK	13	52
MISO	MISO	12	50
MOSI	MOSI	11	51
NSS	CS	4	4
RST	RST	9	9
DIO2	G0	2	2

U narednom koraku je potrebno povezati i GSM modul SIM800L (slika 1.5) na Arduino ploču. Zbog osjetljivosti navedenog modula, on se ne može direktno spojiti na napon od 5V koji daje Arduino, već se u tu svrhu koristi DC-DC buck konverter LM2596 (slika 1.7) koji će na svom izlazu dati napon koji je pogodan za napajanje modula (u ovom slučaju vrijednost napona iznosi oko 4V). Dakle, OUT+ pin DC-DC konvertera se spaja sa VCC pinom modula. Također, u svrhu zaštite SIM800L modula koriste se i otpornici od 10k $\Omega$  i 20k $\Omega$ , postavljeni između SIM800L Rx i A9 pina na Arduino Mega ploči i između SIM800L Rx i GND, respektivno, kao što je i prikazano na slici 1.8.

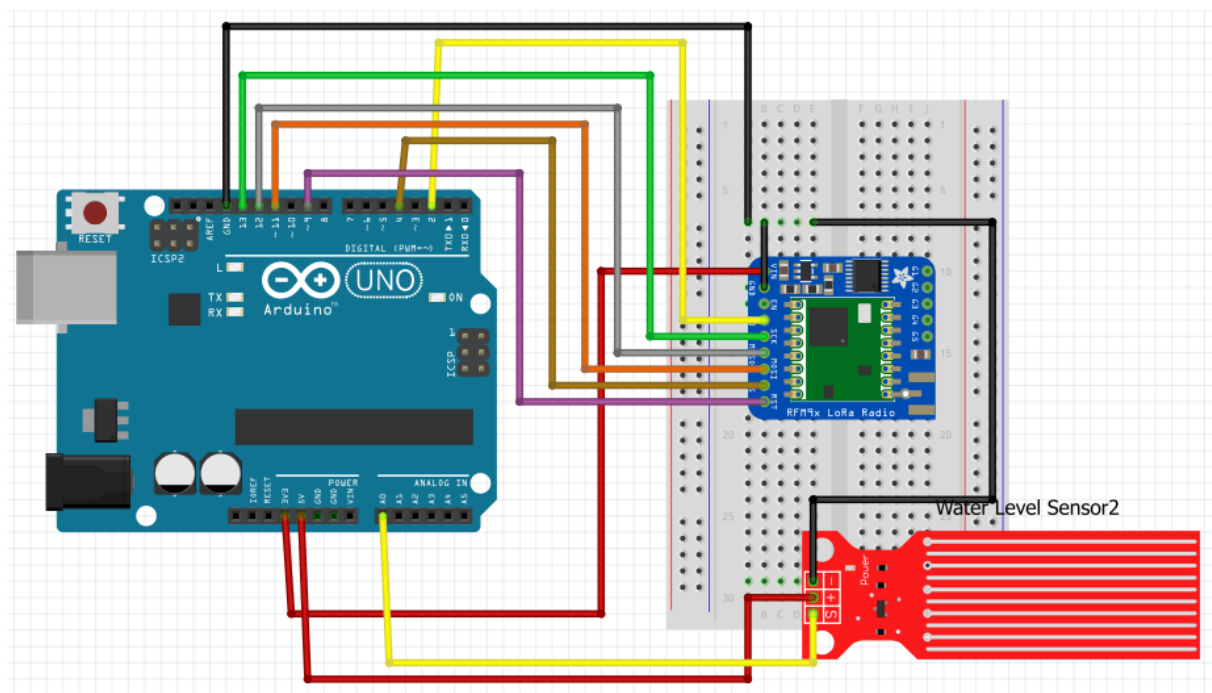
Potrebno je još povezati senzor za praćenje nivoa vode sa preostalim komponentama. Prilikom realizacije projektnog zadatka korišteni su Grove Water senzori prikazani na slici 1.6. Kao i u slučaju LoRa komunikacijskih modula, zbog nepostojanja adekvatne biblioteke u okviru *Fritzing* alata, u svrhu pravljenja sheme je iskorišten drugi senzor za praćenje nivoa vode (*2pcs Water Level Sensor* [6]). Za razliku od Grove Water senzora koji ima četiri pina, ovaj senzor ima samo tri pina. Međutim, navedeno ne predstavlja problem jer se četvrti pin Grove Water senzora ne koristi, dok su preostali identični, što je prikazano u tabeli 1.2.



Tablica 1.2: Usporedba pinova različitih senzora za praćenje nivoa vode i njihovo povezivanje na Arduino ploču

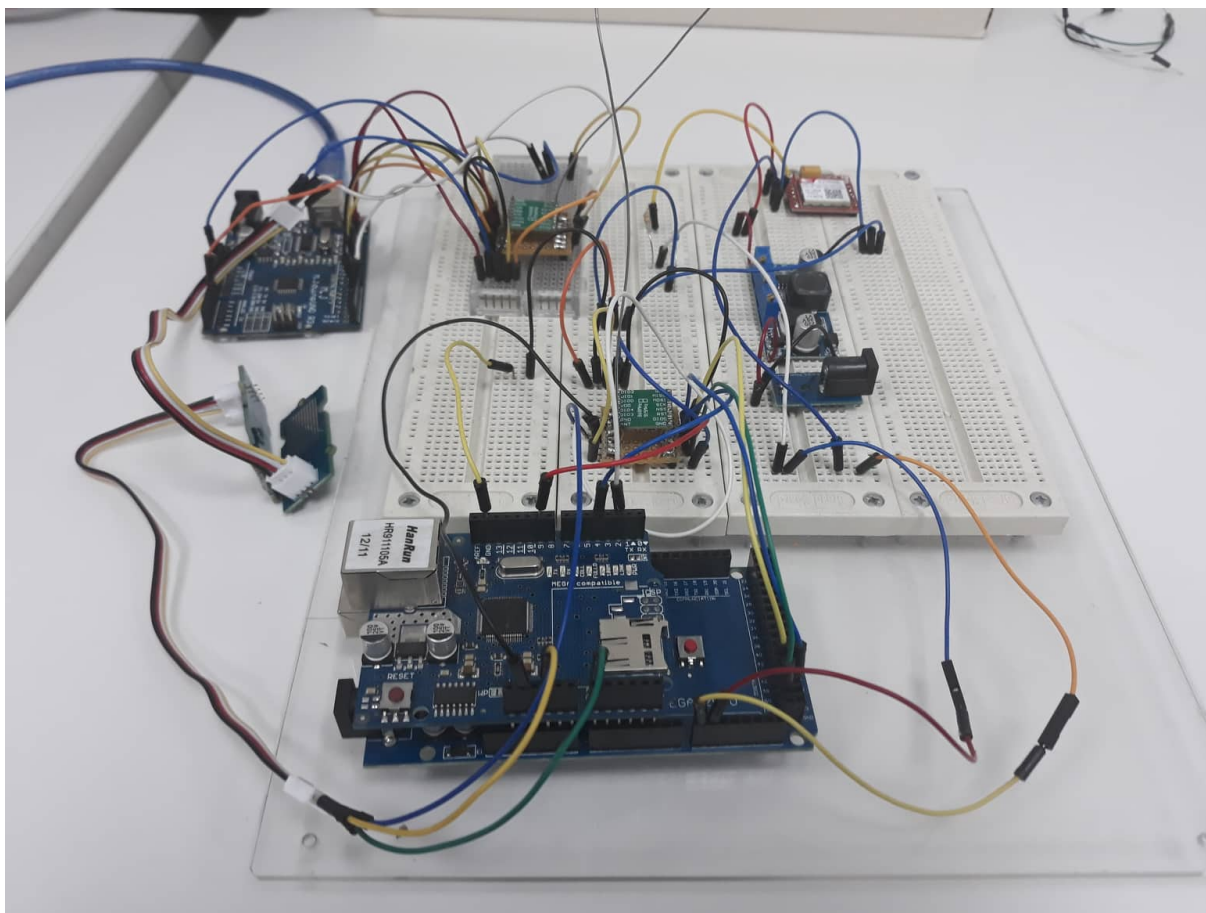
Grove Water Senzor	2pcs Water Level Sensor	Arduino Uno/Mega
GND	-	GND
VCC	+	5V
NC	/	/
SIG	S	A0

Na slici 1.9 je prikazan drugi dio sheme spajanja našeg sistema. Kao što je prethodno navedeno, u ovom slučaju se, zbog nekorištenja GSM modula, koristi Arduino Uno pločica, bez Ethernet Shield-a, prikazana na slici 1.1.



Slika 1.9: Drugi dio sheme spajanja sistema

Spajanje ovog dijela sistema je znatno jednostavnije od prvog zbog već formiranih tabela povezivanja, kao i zbog korištenja znatno manje komponenti prilikom povezivanja. Prvi korak predstavlja spajanje Arduino Uno pločice sa LoRa komunikacijskim modulom. Prilikom njihovog povezivanja je iskorištena tabela 1.1. Nakon toga, vrši se povezivanje Water senzora sa Arduino pločom, prilikom kojeg je, također, iskorištena prethodno navedena tabela povezivanja 1.2.



Slika 1.10: Shema spajanja sistema za distribuirano mjerenje nivoa vode

Konačno, potrebno je bilo izvršiti spajanje kompletnog sistema pomoću navedenih shema. Shema spajanja cjelokupnog sistema našeg projektnog zadatka sa navedenim i opisanim komponentama je prikazana na slici 1.10. Arduino Uno i Mega pločice se na računare spajaju pomoću USB kablova, dok se Ethernet Shield na lokalnu (Ethernet) mrežu povezuje pomoću UTP kabla.

Naredni korak u realizaciji projektnog zadatka jeste testiranje rada pojedinih komponenti i sistema u cjelini, kreiranje baze stanice za pohranu podataka o trenutnom nivou vode kao i prikaz rezultata putem WEB stranice, što će biti detaljno prikazano u narednom poglavlju.

---

## 2. Eksperimentalni rezultati

### 2.1. Serial monitor

Na slici 2.1 se vidi ispis na *serial monitoru*, odnosno uspješno uspostavljanje veze sa bazom podataka, zatim ispisivanje podataka koji će se upisivati u bazu podataka. S obzirom da se ovaj sistem sastoji od dva senzora za mjerenje vode samo se niža vrijednost upisuje u bazu podataka. Ukoliko senzor za mjerenje nivoa vode dođe u kontakt sa vodom, vrijednosti očitana na senzoru će biti ispod 50, stoga će se aktivirati GSM modul i poslati poruku, čija inicijalizacija i slanje poruke se također može vidjeti na slici.



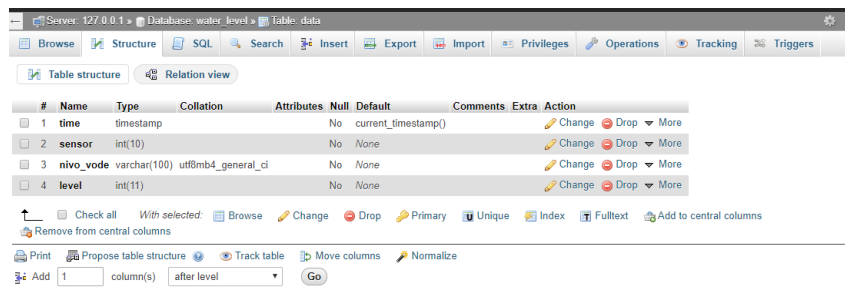
```
My IP address: 192.168.200.149.  
Connecting to database!  
Connected to server version 5.5.5-10.4.8-MariaDB  
Connected  
LoRa Receiver:  
71.19  
48.75  
48.85  
16.41  
Initialising...  
Poeleno!!  
48.85  
48.75  
48.75  
48.75  
48.85
```

Slika 2.1: Ispis na serial monitoru dijela koji koristi Arduino Mega pločicu

### 2.2. Baza podataka

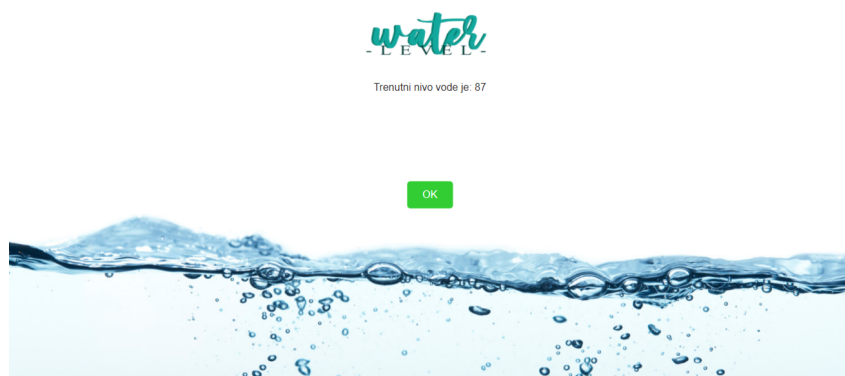
Kreirana baza podataka se sastoji od sljedećih varijabli:

- **time** - vremenska oznaka uzimanja uzoraka
- **sensor** - id senzora koji u tom trenutku ima veći nivo vode
- **nivo\_vode** - niz znakova u koji se upisuje željena poruka
- **level** - vrijednost očitana sa senzora



#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra	Action
1	time	timestamp			No	current_timestamp()			Change Drop More
2	sensor	int(10)			No	None			Change Drop More
3	nivo_vode	varchar(100)	utf8mb4_general_ci		No	None			Change Drop More
4	level	int(11)			No	None			Change Drop More

Slika 2.2: Izgled baze podataka



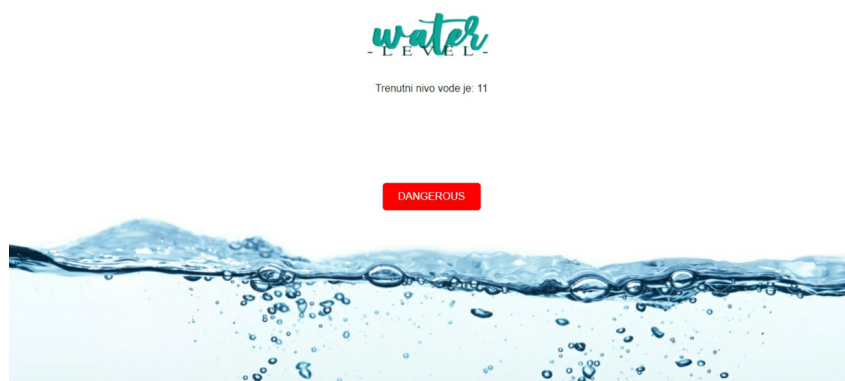
Slika 2.3: Prikaz stranice u slučaju da je nivo vode ispod praga

## 2.3. Web stranica

Nakon mjerenja nivoa vode i upisivanja podataka dobijenih mjerenjem u bazu podataka, sljedeći korak je bio povezivanje baze sa Web stranicom.

Web stranica je osmišljena na način da ispisuje posljednji očitani nivo vode (koji je zapisan u bazu podataka), te poređenjem istog sa predefinisanim pragom dozvoljenog nivoa vode, pomoću sistema boja (zelena i crvena) se signalizira da li je nivo vode ispod ili iznad kritičnog praga.

Osmišljen je i logo Web stranice, prikazan na slici 2.5



Slika 2.4: Prikaz stranice u slučaju da je nivo vode iznad praga



Slika 2.5: Logo Web stranice

---

# Zaključak

U odnosu na inicijalnu postavku projektnog zadatka, bilo je potrebno koristiti Arduino Mega pločicu umjesto jedne Arduino Uno pločice s obzirom da ista nije posjedovala dovoljno RAM-a. Jedan od problema s kojim smo se susreli su i zahtjevi za različitim naponom napajanja kod SIM800L komponente i ostalih komponenti (zahtjevani napon za SIM800L je 4.06V, dok je za ostale komponente 3.3V). Također, Lora komunikacijski modul i Ethernet Shield po default-u koriste pin 10, pa je bilo potrebno promijeniti selektorski pin LoRa komunikacijskog modula sa pina 10 na pin 4.

Nakon što je testirano mjerenje nivoa vode, na tri različita korisnika je testirano slanje (i primanje) SMS poruka kada bi nivo vode prešao vrijednost predefinisiranog dozvoljenog praga. GSM modul nudi mogućnost pozivanja (pored slanja SMS poruka), međutim to nije testirano s obzirom na zahtjeve našeg projektnog zadatka.

Očitani podaci mjerenja nivoa vode su zabilježeni u bazi podataka. Web stranica dizajnirana na način da se ispisuje posljednji nivo vode zabilježen u bazi, te je poređenjem zabilježenog nivoa vode sa predefinisanim dozvoljenim pragom na stranici signalizirano da li je očitani nivo vode dozvoljen ili ne. Za Web stranicu je dizajniran i logo u programu *Adobe Illustrator*.

Uprkos problemima tokom realizacije projekta, korištenjem komponenata navedenih i opisanih u dokumentaciji, te spajanjem istih na adekvatan način, uspjeli smo napraviti u potpunosti funkcionalan prototip sistema za praćenje nivoa vode, što je bilo i traženo.

---

# Popis slika

1.1	Arduino UNO pločica . . . . .	2
1.2	Arduino Mega ploča . . . . .	2
1.3	Arduino Ethernet Shield . . . . .	3
1.4	LoRa komunikacijski modul . . . . .	3
1.5	GSM modul . . . . .	4
1.6	Grove- Water Sensor . . . . .	4
1.7	DC-DC Buck Converter . . . . .	5
1.8	Prvi dio sheme spajanja sistema . . . . .	5
1.9	Drugi dio sheme spajanja sistema . . . . .	7
1.10	Shema spajanja sistema za distribuirano mjerenje nivoa vode . . . . .	8
2.1	Ispis na serial monitoru dijela koji koristi Arduino Mega pločicu . . . . .	9
2.2	Izgled baze podataka . . . . .	10
2.3	Prikaz stranice u slučaju da je nivo vode ispod praga . . . . .	10
2.4	Prikaz stranice u slučaju da je nivo vode iznad praga . . . . .	10
2.5	Logo Web stranice . . . . .	11



---

# Popis tablica

1.1	Korišteni pinovi prilikom povezivanja Arduino ploče i LoRa modula . . . .	6
1.2	Usporedba pinova različitih senzora za praćenje nivoa vode i njihovo povezivanje na Arduino ploču . . . . .	7

---

# Bibliografija

- [1] Datasheet SX1276/77/78/79, . URL <https://www.mouser.com/datasheet/2/761/sx1276-1278113.pdf>.
- [2] Send Receive SMS & Call with SIM800L GSM Module & Arduino, . URL <https://lastminuteengineers.com/sim800l-gsm-module-arduino-tutorial/>.
- [3] Grove-Water Sensor. URL [http://wiki.seeedstudio.com/Grove-Water\\_Sensor/](http://wiki.seeedstudio.com/Grove-Water_Sensor/).
- [4] LM2596 DC-DC Step-down Adjustable CC/CV Power Supply Module Converter LED driver. URL <https://www.hellasdigital.gr/electronics/boost-and-buck-converters/lm2596-dc-dc-step-down-adjustable-cc-cv-power-supply-module-converter-led-driver/>.
- [5] Adafruit RFM69HCW and RFM9X LoRa Packet Radio Breakouts, . URL <https://cdn-learn.adafruit.com/downloads/pdf/adafruit-rfm69hwc-and-rfm96-rfm95-rfm98-lora-packet-padio-breakouts.pdf>.
- [6] Sensor Wiki: Water Lever Sensor (Leak Detection). URL <https://www.thegeekpub.com/wiki/sensor-wiki-water-level-sensor-leak-detection/>.
- [7] Datasheet SIM800L; SIM800L Hardware Design, . URL [https://img.filipeflop.com/files/download/Datasheet\\_SIM800L.pdf](https://img.filipeflop.com/files/download/Datasheet_SIM800L.pdf).
- [8] GitHub - Arduino LoRa. URL <https://github.com/WereCatf/arduino-LoRa>.