

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

DIPLOMSKI SEMINAR

Izrada grafičkog sučelja za prikaz mjerenja s podvodne mjerne platforme

Jerko Starčević

Voditelj: Izv. prof. dr. sc. Nikola Mišković

Zagreb, svibanj 2017.

Sadržaj

1.	Uvod	3
2.	Priprema mjernih veličina	4
2.1.	Izgled i priprema podvodne mjerne platforme	4
2.2.	Struktura i sadržaj podataka za izrad ugrafičkog sučelja.....	5
3.	Izrada grafičkog sučelja	7
3.2.	Obrada podatak.....	8
3.3.	Mogućnosti grafičkog sučelja	10
4.	Prikaz realizacije grafičkog sučelja.....	12
5.	Zaključak.....	14
6.	Literatura	15

1. Uvod

U sklopu Horizon 2020 subCULTron projekta razvijena su tri tipa pomorskih robota, površinsko vozilo aPad, istraživački robot aFish, te podvodna mjerna platforma aMussel. Cilj ovog projekta je dugoročno autonomno istraživanje i nadziranje podmorja.

U izradi ovoga seminara fokus će biti na podvodnoj mjernoj platformi aMussel. Ta se mjerna platforma koristi prvenstveno za dugoročna podvodna mjerenja raznih veličina, kao što su : temperatura, pritisak, pH vrijednost i zamućenost.

Motivacija izrade ovoga seminara je pronaći prikladan način prikaza mjerenih veličina mjerne platforme. Naime podatke koji očitavaju senzori na mjernoj platformi potrebno je obraditi, te izraditi grafičko sučelje za njihov prikaz. Struktura podataka i njihov izgled bit će prikazani u sljedećim poglavljima. Za izradu grafičkog sučelja korišteno je programsko okruženje Qt, koje je namijenjeno izradi aplikacija i vrlo pogodno za trodimenzionalni prikaz raznih veličina i vrsta podataka. Tri mjerene veličine za koje se izrađuje grafičko sučelje su temperatura, pritisak i zamućenost. U nastavku je opisan postupak koji započinje prikupljanjem mjerenih veličina sa senzora podvodne mjerne platforme aMussel.

Prvo poglavlje opisuje strukturu i sadržaj mjerenih veličina koje će se kasnije koristiti za prikaz pomoću grafičkog sučelja izrađenog u programskom okruženju Qt.

2. Priprema mjernih veličina

2.1. Izgled i priprema podvodne mjerne platforme

Kao što je ranije navedeno u ovome poglavlju obraditi će se struktura i sadržaj mjerenih veličina pomoću podvodne mjerne platforme. Izgled podvodne mjerne platforme aMussel kojom se vrše mjerenja veličina prikazan je Slikom 1 [1].



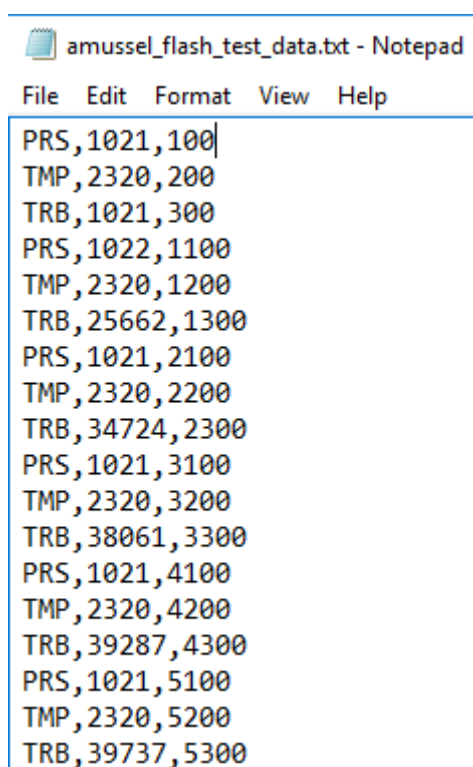
Slika 1. Izgled podvodne mjerne platforme aMussel.

Za potrebe izrade sučelja mjerna platforma je spojena USB priključkom na računalo u laboratoriju kako bi se s nje mogle očitati izmjerene veličine. Samo pokretanje mjerne platforme izvršava se tako da se permanentnim magnetom prijeđe iznad zavojnice koja se nalazi u strukturi platforme. Nakon što se mjerna platforma pokrene, njeni senzori počinju s očitavanjem i pohranjivanjem podataka. Nakon što se platforma izvdi iz vode izmjerene veličine se prenose na računalo. Skup podataka izmjerenih veličina, koji je korišten u izradi grafičkog sučelja prikazan je Slikom 2. Podaci se zapisuju u formatu tekstualne datoteke (*.txt) i moguće ih je otvoriti osnovnim programima za čitanje tekstualnih datoteka.

2.2. Struktura i sadržaj podataka za izrad ugrafičkog sučelja

Struktura podataka koji se nalaze u datoteci konzistentna je, što uvelike olakšava kasniji posao kod obrade i pripreme podataka za grafički prikaz. Naime, kao što je vidljivo sa slike podaci su strukturirani u tri kategorije i to prema sadržaju. Kao što je ranije navedeno mjerene veličine su temperatura, pritisak i zamućenost. Oznake podataka su sljedeće:

- PRS – predstavlja mjerenu veličinu pritiska (engl. pressure)
- TMP – predstavlja mjerenu veličinu temperature (engl. temperature)
- TRB – predstavlja mjerenu veličinu zamućenosti (engl. turbidity).



```
amussel_flash_test_data.txt - Notepad
File Edit Format View Help
PRS,1021,100
TMP,2320,200
TRB,1021,300
PRS,1022,1100
TMP,2320,1200
TRB,25662,1300
PRS,1021,2100
TMP,2320,2200
TRB,34724,2300
PRS,1021,3100
TMP,2320,3200
TRB,38061,3300
PRS,1021,4100
TMP,2320,4200
TRB,39287,4300
PRS,1021,5100
TMP,2320,5200
TRB,39737,5300
```

Slika 2. Isječak iz skupa podataka korištenih u izradi grafičkog sučelja.

Nakon oznke pojedine mjerene veličine, odvojena zarezom, nalazi se vrijednost izmjerena pomoću senzora podvodne mjerne platforme. Jedinice kojima su prikazane mjerene veličine su sljedeće:

- Pritisak – mjerna jedinica u [hPa]
- Temperatura – mjerna jedinica u [°C]

- Zamućenost – bezdimenzionalna veličina.

Posljednja veličina u pojedinome redu, također odvojena zarezom, predstavlja vremensku oznaku. Naime svaka veličina izmjerena je u pojedinom trenutku, te posljednji stupac predstavlja vrijeme koje je proteklo od pokretanja mjerenja na senzorima podvodne mjerne platforme. Vrijeme se zapisuje u mjernoj jedinici [ms]. Pregled strukture i sadržaja podataka dan je u Tablici 1.

Tablica 1. Struktura i sadržaj podataka mjerenih veličina.

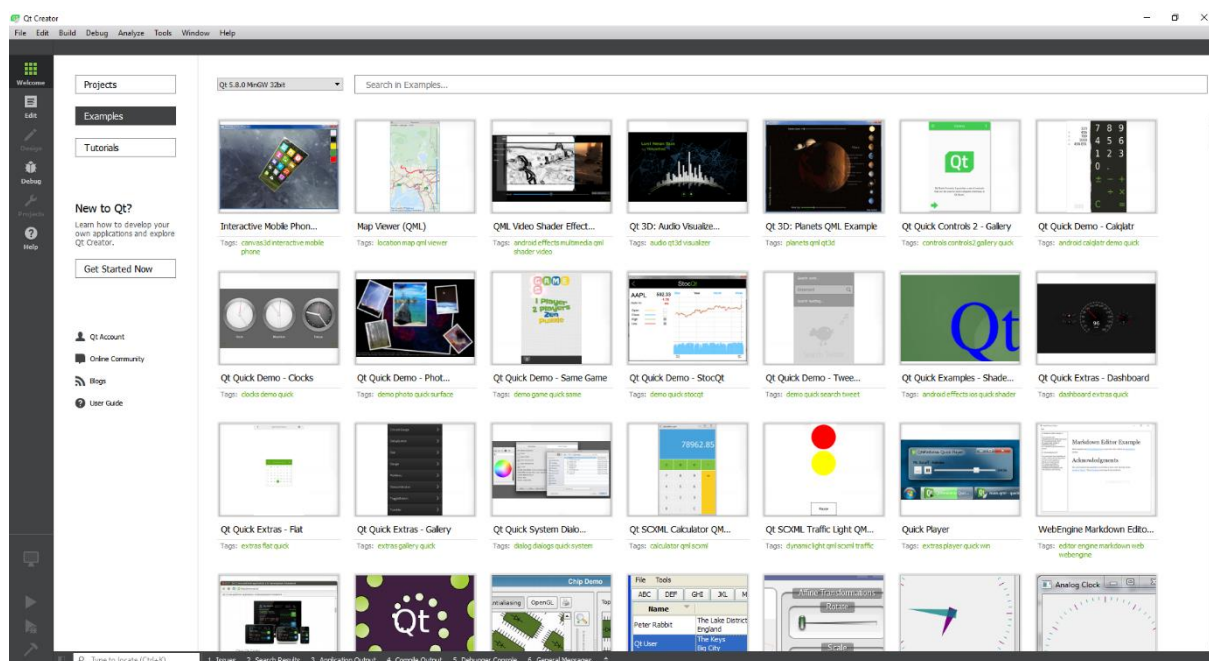
Mjerena veličina	Oznaka mjerene veličine	Iznos mjerene veličine	Vremenska oznaka [ms]
Pritisak	PRS,	1021,	100
Temperatura	TMP,	2320,	200
Zamućenost	TRB,	1021,	300

Kao što se može vidjeti veličine su mjerene u razmaku od 100 ms. Nakon što se izmjere sve tri željene veličine, započinje novo mjerenje s vremenskim odmakom od 1000 ms odnosno jedne sekunde. Razmak između mjerenja pojedinih veličina u svim mjerenjima iznosi 100 ms, dok razmak između novog mjerenja pojedinih veličina uvijek iznosi jednu sekundu. S obzirom na zanemarivi vremenski odmak mjerenja pojedinih veličina od 0.1 sekunde vremenska oznaka prve mjerene veličine u skupu mjerenja uzima se kao vremenska oznaka preostala dva mjerenja. Taj će postupak biti objašnjen i u kasnijem poglavlju, gdje se opisuje kôd grafičkog sučelja. Nakon takvog slaganja podataka pojedini skup mjerenih veličina (pritisak, temperatura, zamućenost) imati će vremensku oznaku prve mjerene veličine iz skupa, odnosno vrijeme u kojemu je izmjeren pritisak biti će dodijeljeno veličini temperature i zamućenosti. Kod strukture podataka važno je još napomenuti da je temperatura izražena u stupnjevima iako se prema izgledu mjerene veličine to ne može zaključiti. Kako bi prikaz bio točan potrebno je mjerenu veličinu podijeliti s 10^2 . Također, kako bi se podaci mogli prikazati na zajedničkom grafu potrebno je sve veličine skalirati o čemu će biti riječ u kasnijim poglavljima.

3. Izrada grafičkog sučelja

3.1. Programsko okruženje za izradu grafičkog sučelja

Kao što je ranije navedeno realizacija izrade grafičkog sučelja izrađena je u programskom okruženju Qt. Prije samog početka važno je navesti neke od značajki programskog okruženja Qt. Qt podržava brojne operativne sustave kao što su Linux, Windows, macOS i mnogi drugi. Grafičko sučelje u sklopu izrade ovog seminara izrađeno je u operativnom sustavu Windows 10. Qt se jednostavno može definirati kao programsko sučelje za izradu i razvoj aplikacija, koje podržava veliki broj platformi za njihovu primjenu (engl. cross-platform application framework). Izgled programskog okruženja ili IDE (engl. Integrated development environment) prikazan je na Slici 3. Qt sadrži veliki broj primjera, koji uvelike olakšavaju realizaciju izrade aplikacija. Također službena dokumentacija koju omogućava Qt na internetu vrlo je opširna i uvelike korisna. Jezici u kojima se može pisati kôd za izradu aplikacija su C++, python, Java, C# i drugi. Ipak glavni jezik na kojemu se bazira pisanje kôda, i jezik u kojemu su pisani primjeri je C++. Upravo je u tom jeziku pisan kôd grafičkog sučelja u ovome seminaru.



Slika 3. Izgled programskog okruženja Qt.

3.2. Obrada podatak

Podaci koji sadržavaju mjerene veličine prikazani su u drugome poglavlju. Takav skup podataka potrebno je učitati i posložiti u odgovarajući oblik kako bi kasnije bilo njima bilo moguće upravljati, te ih koristiti. Prije samog početka važno je napomenuti da se grafičko sučelje bazira na primjeru koji je dan u bazi primjera Qt-a pod nazivom „Bars Example“. Dio grafičkog prikaza preuzet je upravo iz tog primjera i korišten za izradu aplikacije koja će prikazivati mjerene veličine s podvodne mjerne platforme.

Dio kôda koji učitava tekstualnu datoteku s mjerenim veličinama dan je na Slici 4. Nakon učitavanja tekstualne datoteke, tekst („PRS“, „TMP“, „TRB“) se zamjenjuje brojevima 0, 1, 2, te dodaje u novi vektor. Tekstualne oznake (strings) promijenjene su u brojne (integers) kako bi mogle biti dodane u vektor, te kako ne bi dolazilo do nepotrebnih komplikacija. Zbog dobro uređene strukture podataka to je izvedivo bez da se u kasnijim koracima javljaju problemi s određivanjem koji se podatak nalazi na određenom mjestu.

```
ifstream inFile;
inFile.open("amussel_flash_test_data.txt");
cout << "File opened!" << endl;

stringstream strStream;
strStream << inFile.rdbuf(); //read from file
string str = strStream.str(); //str holds the content of the file
// cout << str << endl;

cout << "\n" << endl;

if (inFile.fail()){
    cerr << "Error opening File!" << endl;
}

inFile.close(); // closing file

// replacing strings "PRS", "TMP", "TRB" with ints
ReplaceStringInPlace(str, "PRS", "0"); // 0-pressure
ReplaceStringInPlace(str, "TMP", "1"); // 1-temperature
ReplaceStringInPlace(str, "TRB", "2"); // 2-turbidity

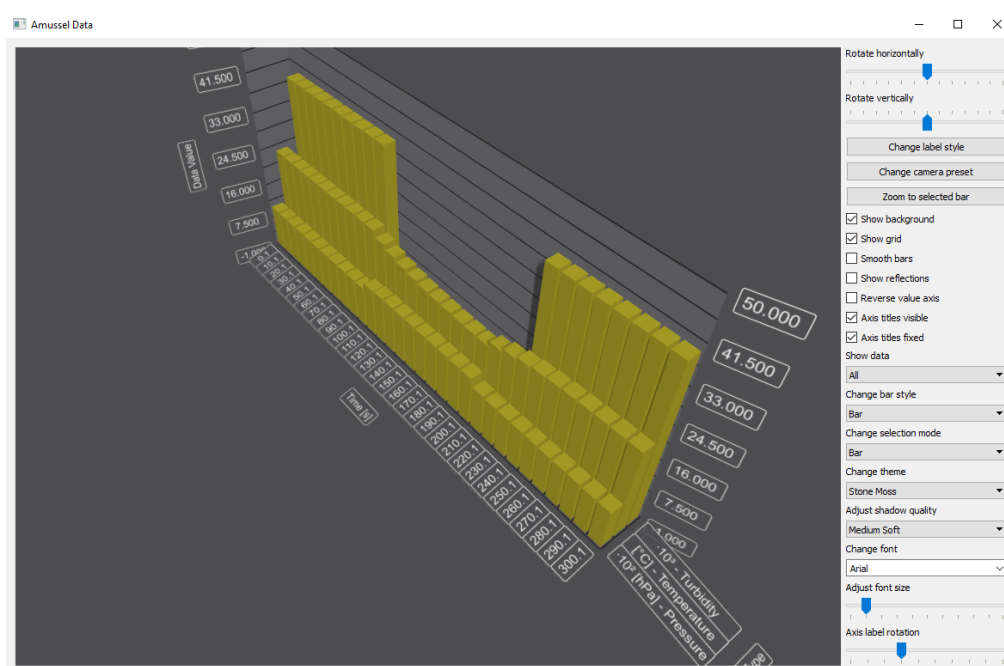
stringstream ss(str);

//Adding data to vector
int i;
while (ss >> i)
{
    vectData.push_back(i);
    if (ss.peek() == ',')
        ss.ignore();
}
```

Slika 4. Dio kôda kojime se vrši učitavanje i spremanje podataka u vektor.

Nadalje, podaci se spremaju u matricu koja se sastoji od tri retka (pojedini red za pojedinu mjerenu veličinu) i stupaca, ovisno o tome koliko je mjerenja upisano iz prvog vektora. Naime

u probnoj se tekstualnoj datoteci nalaze mjerenja u 301 različitom vremenskom trenutku, počevši od 0.1 s i zaključno s 300.1 s. Uzevši u obzir da se mjere tri različite veličine ukupan broj mjerenja je 903. Prilikom izrade, prikazati više od 40-ak mjerenja na grafu, u ovoj fazi, davalo je prilično loše rezultate, odnosno nepregledan i teško čitljiv graf. S obzirom na to da se radi o mjerenjima koja traju ukupno pet minuta prikazano je svako deseto mjerenje. Također s obzirom na probni set podataka i male, ne pretjerano skokovite promjene mjerenih veličina, takav prikaz daje vjeran izgled kako se temperatura, pritisak i zamućenost mijenjaju unutar vremenskog perioda od pet minuta. Primjer prikaza dan je na Slici 5.



Slika 5. Izgled grafa koji prikazuje mjerene veličine.

Kako bi se na temelju mjerenih podataka moglo, eventualno, doći do nekih zaključaka mjerene su veličine prikazane zajednički na jednom grafu. Iz takvog bi se prikaza moglo doći do zaključaka ovisne li mjerene veličine jedna o drugoj ili ne ovisne, u nekom promatranom vremenu. Za postizanje takvog prikaza potrebno je skalirati veličine, s obzirom na to da njihov raspon nije usklađen. Uzevši u obzir ovaj probni set podataka skaliranje je odrađeno na sljedeći način:

- Pritisak – vrijednost je skalirana s 10^2 i time je dobiven raspon između 10 i 13
- Temperatura – vrijednost je podijeljena s 10^2 kako bi se dobile vrijednosti temperature koje odgovaraju stvarnom očitavanju na senzorima (npr. 2312 → 23.12 °C)

- Zamućenost - vrijednost je podijeljena s 10^3 kako bi iznos na početku i kraju došao u granice između 39 i 40.

Kod prikaza zamućenosti javlja se problem prilikom skaliranja jer vrijednost nije konzistentna kao kod mjerenja temperature i pritiska. Ako se vrijednost skalira s 10^{-3} prikaz će biti u prihvatljivom rasponu za vrijednosti s početka i kraja grafa, dok je za vrijednosti u sredini grafa, kada se zamućenost drastično smanji, faktor skaliranja 10^{-3} prevelik i raspon se kreće između vrijednosti 4 i 6. U tom slučaju dolazi do preklapanja, odnosno veće vrijednosti u potpunosti prekriju dio s manjim vrijednostima. Ipak grafički prikaz i 3D prostor može se lako zakretati pa su na kraju sve vrijednosti vidljive.

Prilikom učitavanja podataka u matricu ručno se definira vrijednost brojača, te se time određuje koje će se vrijednosti prikazivati. S obzirom na to da su podaci dobro strukturirani dovoljno je za ispisivanje različitih vremena brojač mijenjati tako da ga se povećava za vrijednost 9. Nakon učitavanja vremena, potrebno je još učitati i željene izmjerene vrijednosti za zadano vrijeme. Ukoliko se tako želi ispisati svako drugo mjerenje potrebno je prvi brojač podesiti na 18, a drugi na 2. Primjer realizacije dan je Slikom 6. i Slikom 7.

```
for (int i = 2; i < vectData.size(); i=i+18){
    listTime.append((double)vectData.at(i)/1000);
}
```

Slika 6. Primjer zapisivanja željenih vremena u listu.

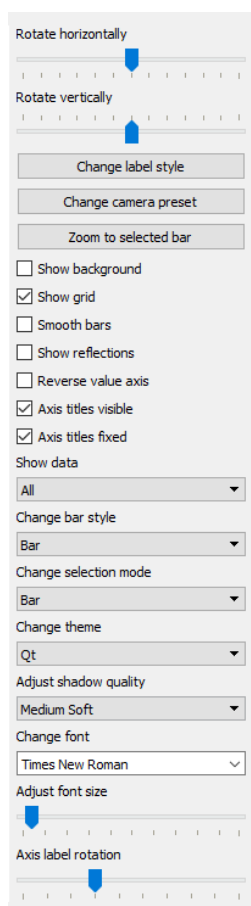
```
dataSet->reserve(m_data.size());
for (int row = 0; row < m_data.size(); row++) {
    dataRow = new QBarDataRow(m_time.size());
    for (int column = 0, l = 0; column < m_time.size(); column=column+2, l++) {
        (*dataRow)[l].setValue(DataList[row][column]);
    }
    dataSet->append(dataRow);
}
```

Slika 7. Primjer dodjeljivanja vrijednosti iz matrice uz vremena na Slici 6.

3.3. Mogućnosti grafičkog sučelja

Prva i glavna mogućnost ovog grafičkog sučelja jest ta da su svi podaci prikazani u 3D prostoru, te da se mogu zakretati po potrebi, kako bi prikaz bio što kvalitetniji. Također moguće je

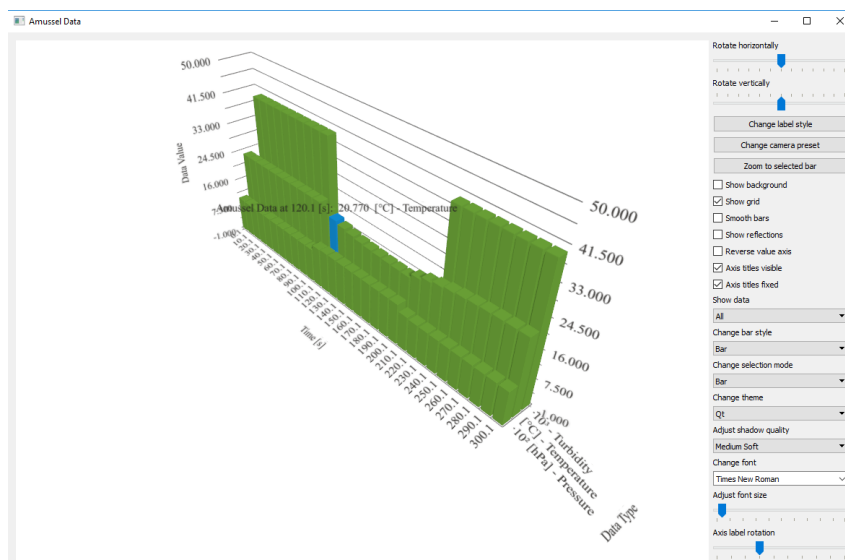
odabrati prikaz svih mjerenih veličina na zajedničkom grafu, a isto tako i zasebno svaku za sebe. Za prikaz je moguće odabrati nekoliko implementiranih tema, ovisno o preferencijama i potrebi. Na izbor su dana dva moguća prikaza i to kvadar (engl. bar) ili valjak (engl. cylinder). Oznake na osima mogu se zakretati pomoću pomičnog klizača, baš kao što se može mijenjati i veličina teksta na osima grafa. S obzirom na to da je grafički prikaz, donekle interaktivan, kada se označi pojedini stupac mjerene veličine na ekranu se ispiše o kojoj se veličini radi, u kojem vremenskom trenutku i koliki je iznos te veličine. Na raspolaganju su još razne mogućnosti odabira pojedinih mjerenih veličina, kao što su označavanje cijelog reda ili pojedinog vremenskog trenutka, ovisno o potrebi. Sve se mogućnosti odabiru na vertikalnoj „alatnoj“ traci prikazanoj na Slici 8. Zorniji prikaz mogućnosti bit će dan u sljedećem poglavlju.



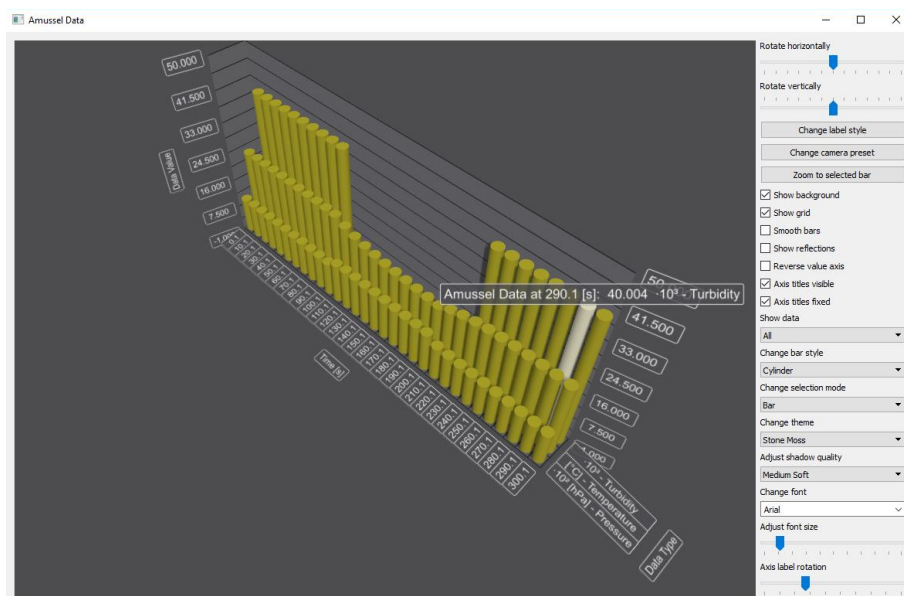
Slika 8. Izgled alatne trake kojom se podešavaju različite mogućnosti prikaza grafa.

4. Prikaz realizacije grafičkog sučelja

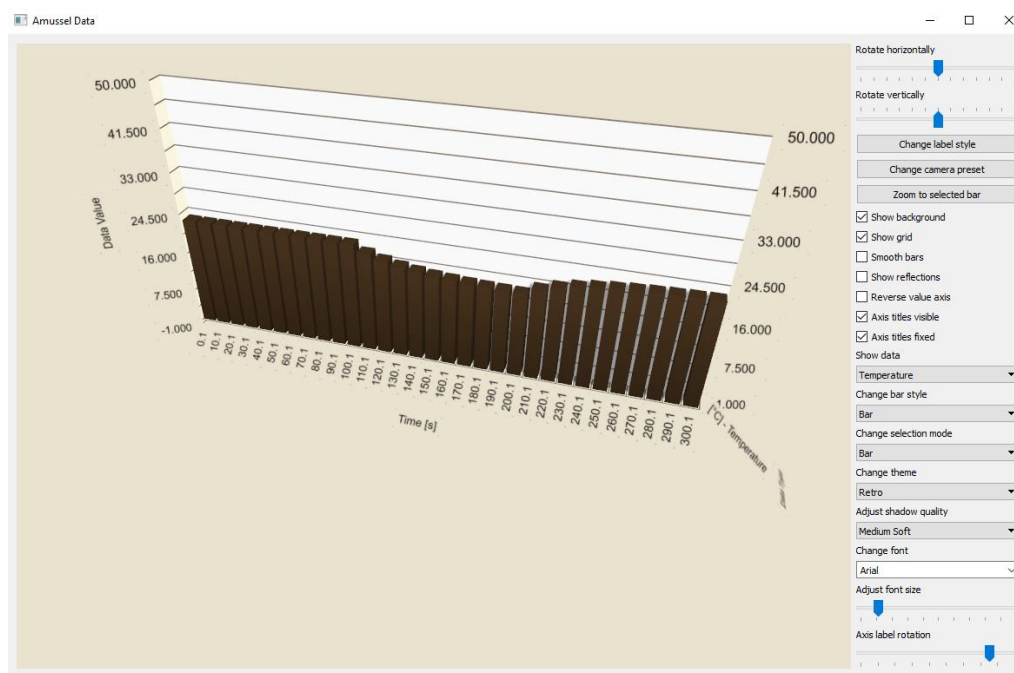
Na sljedećim je slikama (Slika 9., Slika 10., Slika 11.) prikazano grafičko sučelje s nekim od mogućnosti koje se nude za prikaz.



Slika 9. Osnovni prikaz grafičkog sučelja zadan u kôdu.



Slika 10. Promjena mogućnosti teme i izgleda stupaca vrijednosti mjerenih veličina.



Slika 11. Promjena teme i postavljanja prikaza na pojedinačni prikaz veličine (temperature).

5. Zaključak

Za svrhu izrade zadatka seminarskog rada u programskom okruženju Qt izrađeno je grafičko sučelje za prikaz mjerenja s podvodne mjerne platforme aMussel. Grafičko sučelje pruža uvid u povezanost mjerenih veličina, pritiska, temperature i zamućenosti te dolaska do određenih zaključaka. S obzirom na to da je ovo grafičko sučelje izrađeno isključivo na bazi testnih podataka ne može se doći do zaključka o povezanosti mjerenih veličina. U seminaru su opisani struktura i sadržaj mjerenih veličina, njihova implementacija, te realizacija grafičkog sučelja.

6. Literatura

- [1] Slika preuzeta s interneta, http://larics.fer.hr/w-content/uploads/2017/01/IMG_2948.jpg, 31. svibnja 2017.
- [2] Molokentin, D.: „The Book of Qt 4 The Art of Building Qt Applications“, No Starch Press, Inc., San Francisco, 2007.
- [3] Ezust, A.: „An Introduction to Design Patterns in C++ with Qt4“, Prentice Hall, 2006.
- [4] Internet, <http://doc.qt.io/>, 31. svibnja 2017.