

UNIVERZITET U BEOGRADU
GRAĐEVINSKI FAKULTET U BEOGRADU
KATEDRA ZA HIDROTEHNIKU I VODNO EKOLOŠKO INŽENJERSTVO

Predmet: Merenja u hidrotehnici



Seminarski rad:

**KRATKO UPUTSTVO ZA KORIŠĆENJE ULTRAZVUČNOG SENZORA
NIVOVA I AKVIZICIJU PODATAKA POMOĆU UNIVERZALNOG LOGERA**

Mentori:

Prof dr Dušan Prodanović

Dr Damjan Ivetić

Dr Miloš Milašinović

Autori:

Aleksandra Vešić 594/23

Jovana Janjić 580/23

Aleksandra Dimitrijević 610/23

Vladimir Vukalović 626/23

Matija Matić 601/23

SADRŽAJ:

1. Uvod	3
2. Nivelco EasyTREK – Ultrazvučni senzor nivoa	4
2.1. Napajanje i žičenje uređaja	4
2.2. Programiranje uređaja.....	4
3. DataTakerDT800– Univerzalni logger	6
3.1. DeTransfer – Upravljački softver	6
3.1. Job - Nivelco 2023	7
3.2. Akvizicija podataka	7
4. Upotreba opreme u radu i potencijalni problemi	9
5. Literatura	10

1.Uvod

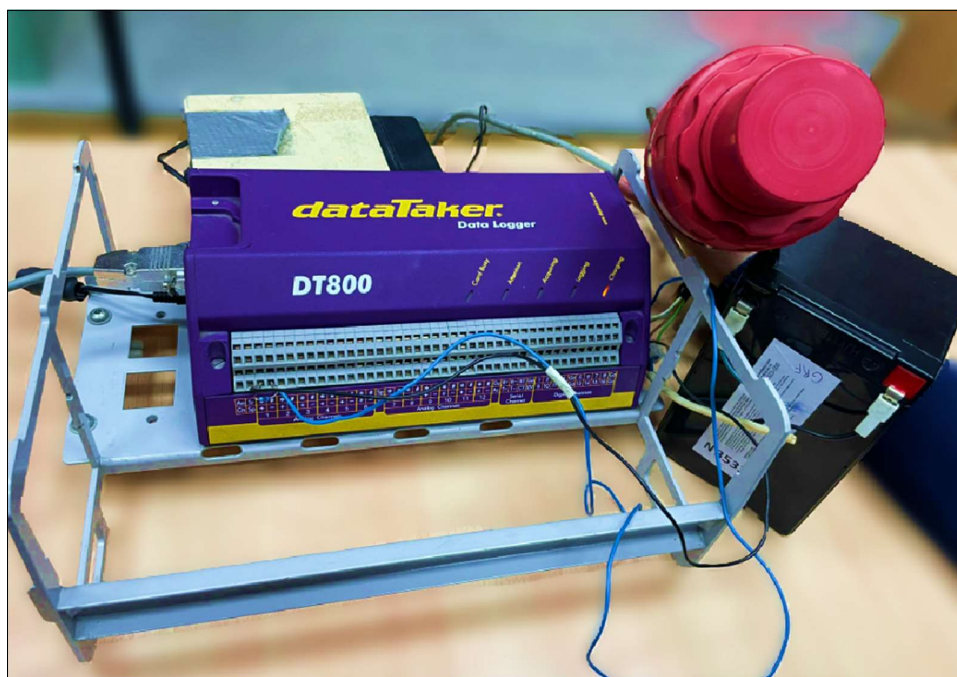
Predmet ovog rada bio je razvoj praktičnog vodiča za postavljanje i operaciju uređaja za merenje nivoa u kombinaciji sa univerzalnim loggerom. U ovom radu korišćeni su sledeća oprema i softveri:

- za merenje nivoa korišćen je uređaj **Nivelco EasyTREK**,
- za akviziciju i evidentiranje podataka korišćen univerzalni logger **dataTaker DT800**
- za korišćenje softvera za komunikaciju sa loggerom **DeTransfer**.

U ovom radu opisane su procedure povezivanja i prilagođavanje i podešavanje rada merne opreme za rad u realnim uslovim. Takođe dato je kratko uputstvo za korišćenje softvera za komunikaciju sa loggerom.

Praktična provera uređaja sprovedena je merenjem nivoa u laboratorijskim uslovima – merenjem nivoa u staklenoj cevi, dok je simulacija rada u terenskim uslovima izvedena posmatranjem oscilacija nivoa vode u vodostanu.

Opremu potrebnu za rad obezbedio je Institut za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Beogradu i profesori sa predmeta Merenja u hidrotehnici.



Slika 1: Prikaz glavne i prateće opreme korišćene u radu

2. Nivelco EasyTREK – Ultrazvučni senzor nivoa

Nivelco EasyTREK (Slika 2) je beskontaktni ultrazvučni primo-predajnik za merenje nivoa tečnosti. Tehnologija merenja nivoa ultrazvukom bazirana je na principu merenja vremena potrebnog ultrazvučnim impulsima da pređu put od senzora do merenog nivoa i nazad.

Trožični ili četvoržični predajnici koriste analogni izlazni signal od 4-20mA kojim se interpretira udaljenost vrha uređaja od vodenog ogledala. Poznajući apsolutnu ili relativnu kotu vrha uređaja dolazi se do traženih vrednosti nivoa.



Slika 2: Nivelco

2.1. Napajanje i žičenje uređaja

Sam instrument ne poseduje ugrađenu bateriju, već zahteva eksterni izvor napajanja. Povezuje se direktno na energetski izvor i na odabrani logger. Kabl na korišćenom senzoru bio je četvorožični, odakle su dve žice povezivane na bateriju od 12V, a druge dve su direktno povezane sa analognim kanalima logera. Pri žičenju potrebno je voditi računa o poštovanju odgovarajućih pozitivnih i negativnih polova. Pri povezivanju sa loggerom korišćen je otpornik poznate snage od 100Ω.



Slika 3: Povezivanje na izvor napajanja



Slika 4: Povezivanje na logger DT800



Slika 5: Magnetni ključ za programiranje

2.2. Programiranje uređaja

Pre ugrađivanja na mernoj lokaciji, potrebno je podesiti uređaj prema konkretnoj lokaciji. Proveravaju se pozicija i očekivani opseg merenja te prema tome vrši programiranje, koje je moguće izvršiti putem magnetnog ključa (Slika 5) ili „HART“ sistema za komunikaciju. Uređaj na raspolaganju nije bio opremljen „HART“ mikroprocesorom, te je korišćena manuelna metoda.

Kako su udaljenosti koje Nivelco beleži izražene u funkciji amperaže opsega 4-20mA, to se i podešavanje mernog opsega zadaje u obliku amperaže koju uređaj pretvara u procenite i šalje kao podatak ka odabranog logeru.

Predefinisani nivoi:

- 4mA = 0% odgovara maksimalnom rastojanju, odnosno, minimalnom nivou tečnosti
- 20mA = 100% odgovara minimalnom rastojanju, odnosno, maksimalnom nivou tečnosti

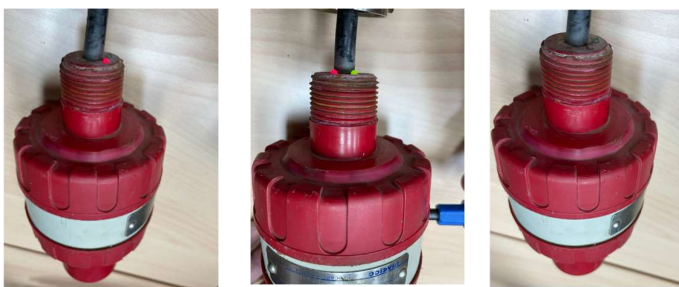
Pored ovih moguće je podesiti i vrednosti u kojima uređaj reaguje ili ne reaguje, pobuđenost.

Na samom merilu nalaze se dve diode crvene i zelene boje koje služe kao indikatori za praćenje procesa koji se odvijaju u samom uređaju pri procesu podešavanja. Pored dioda obeležene su i pozicije A i B na koje se prislanja magnetni ključ kako bi se relej unutar uređaja pobudio i izvršio željene operacije.

Pri kalibraciji vodi se računa da se ispoštuju procedure date u uputstvu proizvođača a koje se odnose na redosled kojim treba pobuditi magnetni relej.

Svako programiranje počinje proverom validnosti eho-a a to se ogleda u svetljenju crvene diode. Tako se pri podešavanju minimuma magnet prislanja na pol A i zadrži dok ne se ne upale obe lampice i drži dok ne ostane da svetli samo zelena. Magnet se zadrži na polu dok se obe lampice ne ugase i to je signal da je programiranje završeno. Postupak za podešavanje maksimuma je isti ali se magnet prislanja na pol B umesto na A.

Kako instrument neprekidno vrši merenje, može se podesiti da osrednjava rezultate na 10,30 i 60 sekundi. Tako osrednjeni rezultati se šalju i upisuju u logeru.

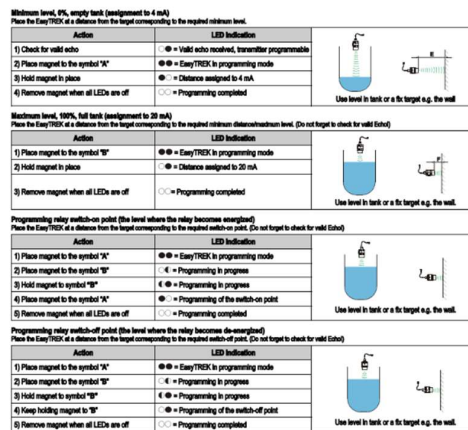


Validan Eho (Obavezna provera)

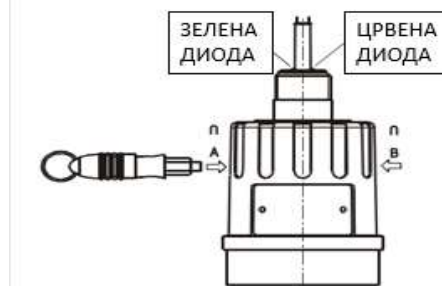
Tokom programiranja

Programiranje je završeno

Slika 7: Prikaz procesa programiranja



Slika 6: Izvod iz originalnog uputstva za programiranje nivoa



Slika 8: Upotreba magnetnog ključa

3. DataTakerDT800– Univerzalni loger

DataTakerDT800 (Slika 9) je univerzalni loger za prikupljanje i čuvanje podataka. Posедуje integrisanu bateriju koja mu obezbeđuje autonomiju u radu. Sposaban je za jednovremenu obradu podataka sa više različitih senzora, a može da očitava signale u formi napona, otpora, frekvencije...

Opremljen je analognim, digitalnim i serijskim kanalima za povezivanje mernih senzora. Podatke ispisuje na integrisanu memoriju a kako je opremljen čitačem za ekserne memorijske kartice, kapacitet memorijskog prostora se na taj način može povećati.

Proces čuvanja podataka je takav da uvek prvo ispisuje podatke u internu memoriju a potom ih prebacuje na eksternu karticu. Pregledne diode na prednjoj strani uređaja daju informacije o trenutnim procesima koje loger obavlja, kao što su ispis podataka, programiranje, ispis na eksternu memoriju, status baterije...

Akvizicija podataka može se obavljati putem interneta ukoliko je obezbeđena internet veza, preko LAN kabla ili direktnim transferom sa memorijske kartice.

Veza sa računarom je putem serijskog porta, te se za povezivanje sa savremenim računarima mora obezbediti i adekvatan priključak na USB-B ili USB-C port. A kako bi se loger podesio i njime moglo upravljati koristi se specijalizovani softver DeTransfer.

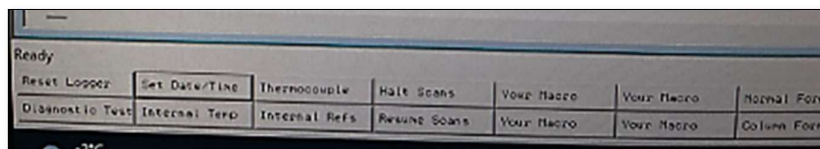


Slika 9: Originalna vodotporna kutija i korišćeni loger

3.1. DeTransfer – Upravljački softver

Ovaj softver služi za upravljanje logerom. Ima mogućnost podešavanja različitih upravljačkih programa. Koristi primitivan programski jezik koji se bazira na jednostavnim imputima kojima se logeru signaliziraju komande za početak upisa programa, tip podataka koje treba da prikuplja, interval ispisa kao i završetak komande. Softver je opremljen jednostavnim korisničkim interfejsom i sadrži predefinisane programe kao što su programi za podešavanje vremena, procenu statusa, report potencijalnih grešaka i slično. Ovi predefinisani programi nazivaju se makroi, a takođe korisnicima je ostavljena mogućnost podešavanja sopstvenih.

Programi koji se podešavaju nazivaju se Jobs i predstavljaju logički skup komandi koje loger treba da obavi. Pri povezivanju sa računarom, ukoliko već postoji nekakv Job koji operiše, na ekranu će se ispisvati vrednosti koje loger očitava. Komandom DIRJOB dobićemo listu aktivnih programa.



Slika 10: Makro programi u DeTransfer-u

3.1. Job - Nivelco 2023

Za konkretan slučaj napisan je Job koji je imao zadatak da logeru da instrukciju da beleži informaciju o naponu koju dobija od mernog uređaja u zadatom vremenskom koraku. Vremenski korak je proizvoljan a ovde je to 10 sekundi (RA 10S).

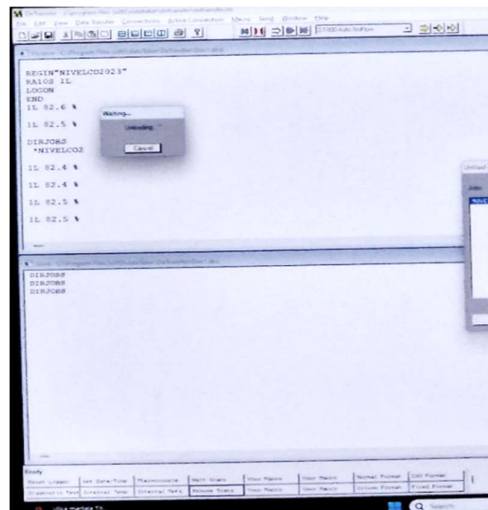
```
BEGIN`NIVELCO2023`

RA10S 1L

LOGON

END
```

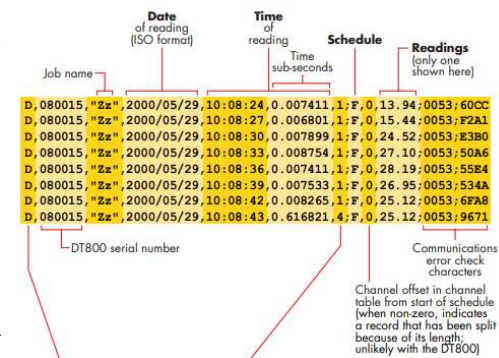
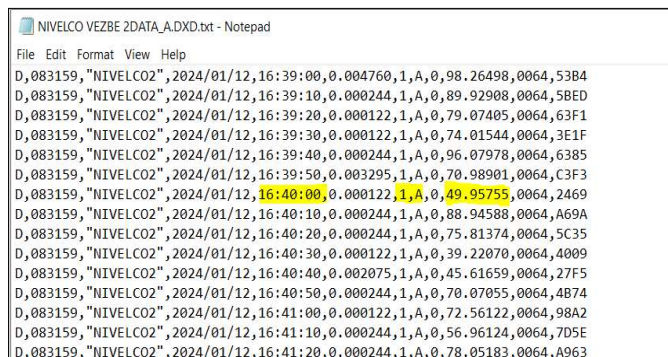
Nakon čega je oger počeo da beleži registruje podatke i vrši ispis na ekranu pr čemu 1L sugeriše da meri napon a procenti su reprezentacija tog napona.



Slika 11: Podešavanje programa za prikupljanje podataka iz senzora nivoa

3.2. Akvizicija podataka

Podaci se iz logera preuzimaju u formi tekstualnog fajla koji se potpom mogu obraditi u softveru poput Microstoft Excel-a ili slično. Loger za svaki podatak ispisuje informaciju o tipu zapisa, serijski broj logera, naziv Job-a koji je izvršen, datum i vreme u ISO formatu, Indeks (opis pobude za ispis podatka), kanal sa kog je dobijen podatak, očitavanje i podatke o proveri komunikacije.



Record Type	Record Index
A Alarm record	Alarm number
B Burst record	0 = pre trigger 1 = trigger 2 = post trigger 4 = discontinuity
C Program Change record	0 = change of card 1 = change of program
D Returned Data record	0 = real-time data 1 = logged data 2 = Unused 3 = end of data return (end of unload for logged data) 4 = data discontinuity record (caused by sending one of the LOGOFF or Halt commands, or by changing jobs) 5 = end of schedule during unload
E Error record	Error number
I Information record	Information number
P Parameter record	Parameter number
S Status record	Status message number
T Test record	Test message number
W PassWord query record	Password message number

Slika 12: Interpretacija sakupljenih podataka

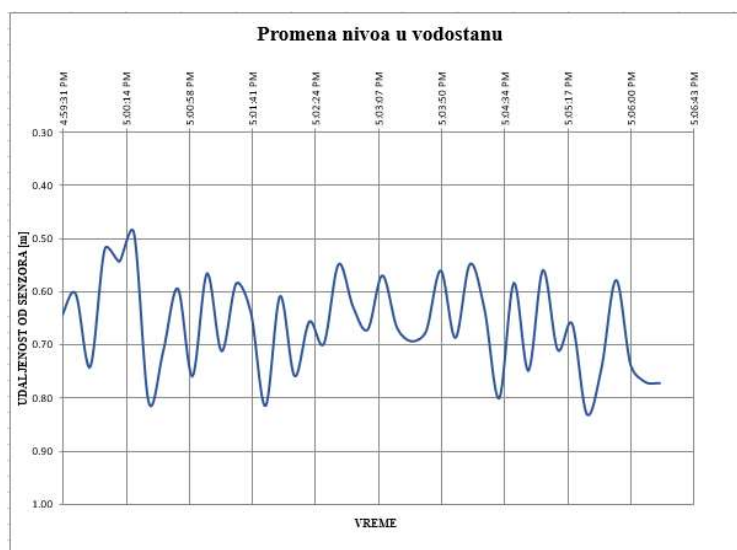
Column1	Column2	Column3	Column4	Column5	Column6	Column7	Column8	Column9	Column10	Column11	Column12
D	83159	NIVELCO2	1/12/2024	4:24:38 PM	0.032104	4 A		0	0	63 6EAC	
D	83159	NIVELCO2	1/12/2024	4:24:40 PM	0.001586	1 A		0	10.35999	64 41A0	
D	83159	NIVELCO2	1/12/2024	4:24:50 PM	0.004394	1 A		0	0.41054	63 4C3B	
D	83159	NIVELCO2	1/12/2024	4:25:00 PM	0.007446	1 A		0	59.58489	64 E85B	
D	83159	NIVELCO2	1/12/2024	4:25:10 PM	0.026977	1 A		0	77.68228	64 9610	
D	83159	NIVELCO2	1/12/2024	4:25:20 PM	0.013549	1 A		0	102.9957	64 F58A	
D	83159	NIVELCO2	1/12/2024	4:25:30 PM	0.016601	1 A		0	2.64875	63 7FC2	
D	83159	NIVELCO2	1/12/2024	4:25:40 PM	0.00354	1 A		0	1.46531	63 D0FA	
D	83159	NIVELCO2	1/12/2024	4:25:50 PM	0.006225	1 A		0	1.32359	63 D2E8	
D	83159	NIVELCO2	1/12/2024	4:26:00 PM	0.009277	1 A		0	1.362	63 B75E	
D	83159	NIVELCO2	1/12/2024	4:26:10 PM	0.012573	1 A		0	1.28906	63 30CB	
D	83159	NIVELCO2	1/12/2024	4:26:20 PM	0.01538	1 A		0	1.35383	63 E275	
D	83159	NIVELCO2	1/12/2024	4:26:30 PM	0.001953	1 A		0	1.26601	63 BEFA	
D	83159	NIVELCO2	1/12/2024	4:26:40 PM	0.005371	1 A		0	1.36372	63 064E	
D	83159	NIVELCO2	1/12/2024	4:26:50 PM	0.008056	1 A		0	1.47525	63 0940	
D	83159	NIVELCO2	1/12/2024	4:27:00 PM	0.011108	1 A		0	1.45972	63 F5E6	
D	83159	NIVELCO2	1/12/2024	4:27:10 PM	0.014404	1 A		0	1.39162	63 9117	
D	83159	NIVELCO2	1/12/2024	4:27:20 PM	0.000732	1 A		0	1.14298	63 D8A4	
D	83159	NIVELCO2	1/12/2024	4:27:30 PM	0.09436	1 A		0	1.21631	63 8B09	
D	83159	NIVELCO2	1/12/2024	4:27:40 PM	0.00708	1 A		0	0.59426	63 2EEE	
D	83159	NIVELCO2	1/12/2024	4:27:50 PM	0.009887	1 A		0	1.11465	63 02E6	
D	83159	NIVELCO2	1/12/2024	4:28:00 PM	0.012939	1 A		0	1.07408	63 E665	

Slika 13: Podaci prebačeni u program MS Excel i spremi za obradu

Tabela 1: Obradeni podaci o nivou

Vreme	%	H [m]
4:59:20 PM	43.03	0.70
4:59:30 PM	50.06	0.65
4:59:40 PM	56.63	0.60
4:59:50 PM	36.89	0.74
5:00:00 PM	68.65	0.52
5:00:10 PM	65.29	0.54
5:00:20 PM	72.95	0.49
5:00:30 PM	27.46	0.81
5:00:40 PM	41.04	0.71
5:00:50 PM	57.39	0.59
5:01:00 PM	34.45	0.76
5:01:10 PM	61.97	0.57
5:01:20 PM	41.11	0.71
5:01:30 PM	59.35	0.58
5:01:40 PM	51.61	0.64
5:01:50 PM	26.33	0.82
5:02:00 PM	55.88	0.61
5:02:10 PM	34.37	0.76
5:02:20 PM	49.05	0.66
5:02:30 PM	43.14	0.70
5:02:40 PM	64.51	0.55
5:02:50 PM	53.04	0.63
5:03:00 PM	46.95	0.67
5:03:10 PM	61.50	0.57
5:03:20 PM	47.51	0.67
5:03:30 PM	43.75	0.69
5:03:40 PM	46.50	0.67
5:03:50 PM	62.84	0.56
5:04:00 PM	44.71	0.69
5:04:10 PM	64.56	0.55
5:04:20 PM	52.28	0.63
5:04:30 PM	28.43	0.80
5:04:40 PM	59.39	0.58
5:04:50 PM	35.94	0.75
5:05:00 PM	62.91	0.56
5:05:10 PM	41.51	0.71
5:05:20 PM	48.44	0.66
5:05:30 PM	24.16	0.83
5:05:40 PM	36.47	0.74
5:05:50 PM	60.29	0.58
5:06:00 PM	37.39	0.74
5:06:10 PM	32.81	0.77
5:06:20 PM	32.50	0.77

Dijagram 1: Zabeležena promena nivoa na vodostanu



4. Upotreba opreme u radu i potencijalni problemi

Za potrebe rada urađena su probna merenja nivoa. Merenjima se pokazalo da je za adekvatno korišćenje potrebno voditi računa o mernom opsegu samog senzora, kao i da je bitno odabrati adekvatnu mernu lokaciju na kojoj se uređaj može primeniti.

Nivelco je merni uređaj koji ima ograničenje u pogledu udaljenosti koju može da očita, te je minimalno rastojanje koje je senzoru vidljivo 30cm dok je maksimalno oko 6m. Činjenica da jenajmanje vreme u kome osrednjava merenje 10 sekundi sugerise da je ovaj senzor pogodan za merenje sporih promena nivoa pri kojima može lepo registrovati promene i dati ispravnu sliku. To se pokazalo pri probnom merenju nivoa u staklenoj cevi, gde je simulacija promene nivoa posmatrana u jednakim vremenskim razmacima i to se moglo očitati kao ustaljena vrednost u rezultatima.

Kako okolnosti nisu dopustile oprema nije isprobana u realnim uslovima na terenu, a plan je bio da to bude jedna od crpnih stanica u Beogradu, simulacija terenskih merenja je urađena u laboratoriji na vodostanu, koji nije bio adekvatan izbor iz navedenih razloga u pogledu neadekvatnog osrednjavanja merenja, koje ne odgovara brzini promene nivoa u vodostanu.

Još jedna stvar koja je korisna pri kombinaciji ova dva uređaja je da se vremena akvizicije i osrednjavanja ne moraju poklapati te da je poželjno vreme akvizicije podesiti što kraće kako bi se osiguralo da se osrednjavanje koje senzor obavi ne propusti. To je ovde propušteno, te je promena nivoa previše osrednjena. Problem sa kojim smo se takođe suočili pri obavljanju ovog merenja se ogledao i u nemogućnosti da se obezbedi adekvatna pozicija senzora u odnosu na mereni nivo. Kada se ovakva dva problema simultano dogode, dobijaju se rezultati izuzetno lošeg kvaliteta ali u nedostatku vremena merenja nisu mogla biti ponovljena.

Posebna napomena tiče se rada sa strujom u okruženju izloženom vodi i vlazi. Data logger mora se jako dobro obezbediti od vode, jer je namenjen da radi u suvom okruženju.



Slika 13: Probno merenje



Slika 14: Simulacija terenskih uslova

5. Literatura

- [1] DataTaker User`s Manual – www.datataker.com
- [2] EasyTrek-Ultrasound-Programming-1.pdf – www.nivelco.com
- [3] EasyTrek-Ultrasound-Programming-2.pdf – www.nivelco.com
- [4] Platforma: www.youtube.com