

# OSNOVNA ŠOLA VOJKE ŠMUC

## RAZISKOVALNA NALOGA

### PREVODNOST ELEKTRIČNEGA TOKA V VODI



Avtor: KLEMEN GAČNIK, 8.r

MENTORICA: ORJANA BARIČ

IZOLA, april 2021

## Vsebina

1 UVOD .....	4
1.1 Predstavitev problema .....	4
1.2 Raziskovalno vprašanje in hipoteza .....	4
1.3 Načrtovanje poskusa .....	5
2 ELEKTRIKA IN ELEKTRIČNI TOK.....	6
2.1 Kaj nam pove znanost?.....	6
2.2. Kaj je prevodnost .....	6
2.3. Električni tok .....	7
3 RAZISKAVA .....	8
3.1 Raziskovalna metoda.....	8
3.2 Voda.....	8
3.3 Voda in sol.....	10
3.3 Voda in milo .....	14
3.4 Voda, sol in milo.....	18
4 ZAKLJUČEK.....	20
5 PRIPOROČILA.....	21
5 VIRI IN LITERATURA .....	22

## POVZETEK

V raziskovalni nalogi sem želel raziskati področje povezano z elektriko. Želel sem dokazati, da je uporaba električnih naprav blizu vode lahko zelo nevarna. Opravil sem štiri nize preizkusov: prvi niz samo z vodo, drugi niz z vodo in soljo, tretji niz z vodo in milom, četrti pa z vodo, soljo in milom.

Raziskava je bila uspešna, saj raziskovalni del preizkusov podpira teoretični del, ki pravi, da raztopine prevajajo več električnega toka kot sama voda.

Rezultati meritev prikazujejo, da moramo upoštevati dejstvo, da z višanjem napetosti narašča tudi tok skozi električni krog – tok, ki bi tekel skozi raztopino.

To pomeni, da če ponovimo preizkus pri napetosti 220V, kar je naša hišna napetost, je ta je 11 krat višja od najvišje napetosti, uporabljene pri mojih preizkusih.

Prišel sem do razmisleka, da bi torej že pri preizkusu z vodo iz pipe čez električni krog tekel tok 209mA, ki je 7 krat večji od toka, ki je že smrtno nevaren.

## 1 UVOD

V obdobju med karanteno sem se navdušil nad raziskovanjem elektronike in elektrike. Zato sem si kot raziskovalno nalogo izbral to temo.

### 1.1 Predstavitev problema

V raziskovalni nalogi bom predstavil, kako vpliva koncentracija soli in mila v vodi na njeno prevodnost električnega toka. Poleg tega bom prikazal, kako na ta tok vpliva tudi velikost napetosti, kateri je podvržena tekočina.

### 1.2 Raziskovalno vprašanje in hipoteza

Opravil sem štiri nize preizkusov. Zanimalo me je, zakaj in kdaj elektrika in voda predstavljata nevarnost živim bitjem. Kolikšna mora biti koncentracija soli oziroma mila, da postane voda prevodna in posledično nevarna, ker je znano, da je za človeka že smrtno nevaren tok 30 mA, če ta steče skozi telo.

Želel sem tudi izvedeti ali so solne kopeli nevarne, saj veliko ljudi poleg banje, v kateri se namakajo, uporablja (žične) radie in telefone, ki se zraven polnijo.

Pri prvem nizu preizkusov pričakujem, da bo zaradi različnih mineralov in ostalih snovi v vodi, tekel majhen tok.

Pri drugem nizu preizkusov pričakujem, da bo tekel veliko višji tok, saj gre za raztopino, ter da bo vrednost tega toka smrtonosna.

Pri tretjem nizu preizkusov pričakujem, da bo tok višji kot pri vodi, a ne toliko visok kot pri vodi in soli.

Pri četrtem nizu preizkusov pričakujem, da bo tok približno enako visok kot pri preizkusu z vodo in soljo.

### 1.3 Načrtovanje poskusa

Odločil sem se narediti štiri vrste preizkusov.

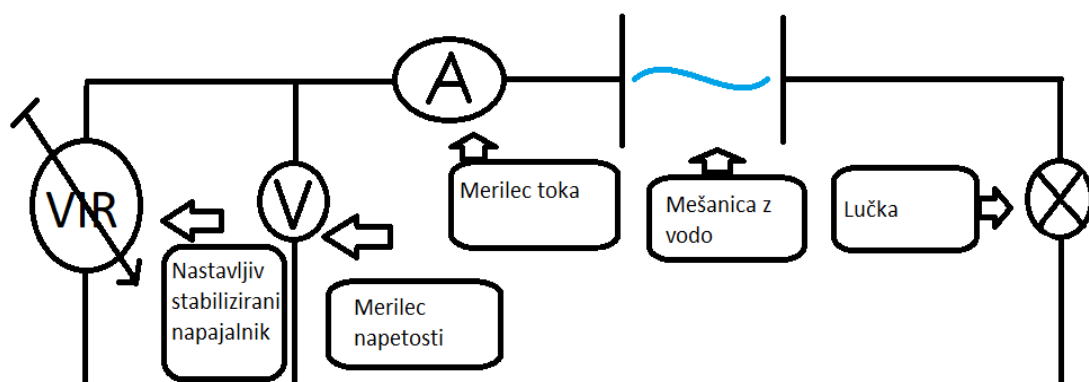
Prvi niz preizkusov vsebuje le vodo, ostali pa vsebujejo vodo in dodatek.

V drugem nizu bom preverjal vodo in sol.

V tretjem bom preverjal vodo in milo.

V četrtem nizu preizkusov pa sem združil vodo, sol in milo.

V posodo sem postavil dve pocinkani ploščici. Tokokrog sem povezal tako, da sem vzporedno na kontakta nastavljivega stabiliziranega napajalnika, ki je vir enosmerne napetosti, povezal merilec napetosti (voltmeter), nato pa le pozitivni električni vodnik na vhod ampermetra. Izhod ampermetra pa sem povezal na eno ploščico, ki je položena v tekočino. Drugo ploščico sem povezal na en priključek lučke, drugim priključkom pa zaključil tokokrog s povezavo na negativni kontakt napajalnika. Seveda, da bi bil tokokrog sklenjen, mora steči tok skozi tekočino, ki jo opazujem.



Slika 1: Skica uporabljenega tokokroga

## 2 ELEKTRIKA IN ELEKTRIČNI TOK

Danes si težko predstavljamo življenje brez elektrike. Najbolj se zavemo, kako zelo smo odvisni od nje, kadar je zmanjka in si moramo svetiti s svečo. Električna se pojavlja tudi v mnogih vsakodnevnih procesih, npr. utripajoče srce, tekač, plavajoča riba - vsi ti proizvajajo elektriko, samo da so ti tokovi veliko manjši kot tisti, ki tečejo iz elektrarn v naše naprave.

### 2.1 Kaj nam pove znanost?

Znanost nam pove, da lahko električni tok teče tudi po raztopinah kislin, baz in soli, v elektrolitih. Če ustvarimo v raztopini električno polje, se začnejo ioni v raztopini gibati in s tem steče električni tok. Lep primer povezanosti električnih in kemijskih pojavov najdemo v mišicah. Mišična vlakna se pod vplivom električnih impulzov skrčijo. Ob sprejemu električnega signala iz živčnega sistema izločijo na mišico pripeti živčni končiči posebno snov in mišica se raztegne ali skrči. (Krušič, 1983)

### 2.2. Kaj je prevodnost

V nekaterih snoveh se elektroni lažje gibljejo kot v drugih. Pravimo, da so nekatere snovi dobri prevodniki, druge pa slabi prevodniki. Dobri prevodniki so večinoma kovine, vroči plini in nekatere tekočine. Zrak, guma, olje, porcelan in steklo so slabi prevodniki, tako da lahko z njimi prekrivamo dobre prevodnike, ne da bi se po njih razlil tok elektronov.

Veliko dielektričnost ima voda, okrog 88 pri 0 °C in 80 pri 20 °C. Zaradi velike dielektričnosti je voda dobro topilo za različne snovi. Električna sila med pozitivnimi kationi in negativnimi anioni, ki zagotavlja trdnost soli (npr. NaCl), se v vodi

močno zmanjša, vez med ioni se zato oslabi in ioni se v raztopini razpustijo, sol se raztopi. (Kladnik, 2003)

### 2.3. Električni tok

#### **Definicija enote električnega toka:**

električni tok je gibanje električno nabitih delcev v trdnih snoveh (kovine, polprevodniki), tekočinah ali plinih. V kovinah se gibljejo prosti elektroni na zunanji obli atoma, v tekočinah ioni, v plinih pa ioni in elektroni.

#### **Preprost električni krog**

Delci se gibljejo pod vplivom električnega polja, ki ga povzroča napetost. Pozitivno nabiti delci se gibljejo v smeri polja, negativno nabiti delci pa v obratni smeri. Pogoji, da bo tek el električni tok, je vir električne napetosti, prevodnik (npr. žico), s katero povežemo pola vira napetosti in upornik (ali npr. žarnico) s katerim omejimo tok. To je preprost električni krog.

Zelo pomembno se mi zdi tukaj omeniti **Ohmov zakon**. Pri njemu nas zanima, kako je električni tok odvisen od napetosti napetostnega vira, ki ga poganja. Tok je tem večji, čim močnejše je električno polje v prevodniku, to je, čim večja je napetost priključenega vira. Odvisen je še od vrste prevodnika, predvsem od števila gibljivosti prostih električnih delcev v prevodniku. (Kladnik, 2003)

Za kovine in raztopine elektrolitov velja, da je električni tok premo sorazmeren z napetostjo, ki poganja tok.  $U = I \cdot R$

$U$  = napetost [V]

$I$  = tok [A]

$R$  = upornost [ $\Omega$ ]

### 3 RAZISKAVA

V spodnjih tabelah bom prikazal preizkuse z vodo, vodo in soljo, vodo in milom, in z vodo, soljo in milom. Pogoji, da lahko elektrika steče, je, da mora snov vsebovati naelektrene delce in ti morajo biti prosto gibljivi. Pri vsakem poskusu sem uporabil 130 ml vode.

#### 3.1 Raziskovalna metoda

Poizkuse sem opravil po sledeči metodi.

Za vse poizkuse sem uporabil plastično posodico, v katero sem nalil 130 ml vode. Tokokrog je vseboval 3 krajše bakrene žice, katere so vse imele krokodilčke za oprijem. Za svetlobni (analogni) prikaz jakosti toka sem uporabil klasično lučko z žarilno nitko. Za natančen digitalni prikaz sem uporabil dva kvalitetna digitalna multi/volt/amper metra. S prvim sem meril električno napetost, z drugim pa električni tok. Med menjavanjem primesi, sem dobro očistil posodico, pocinkane ploščice in druge pripomočke z vodo, saj sem želel, da je raziskava čim bolj natančna in prikaže točne vrednosti.

#### 3.2 Voda

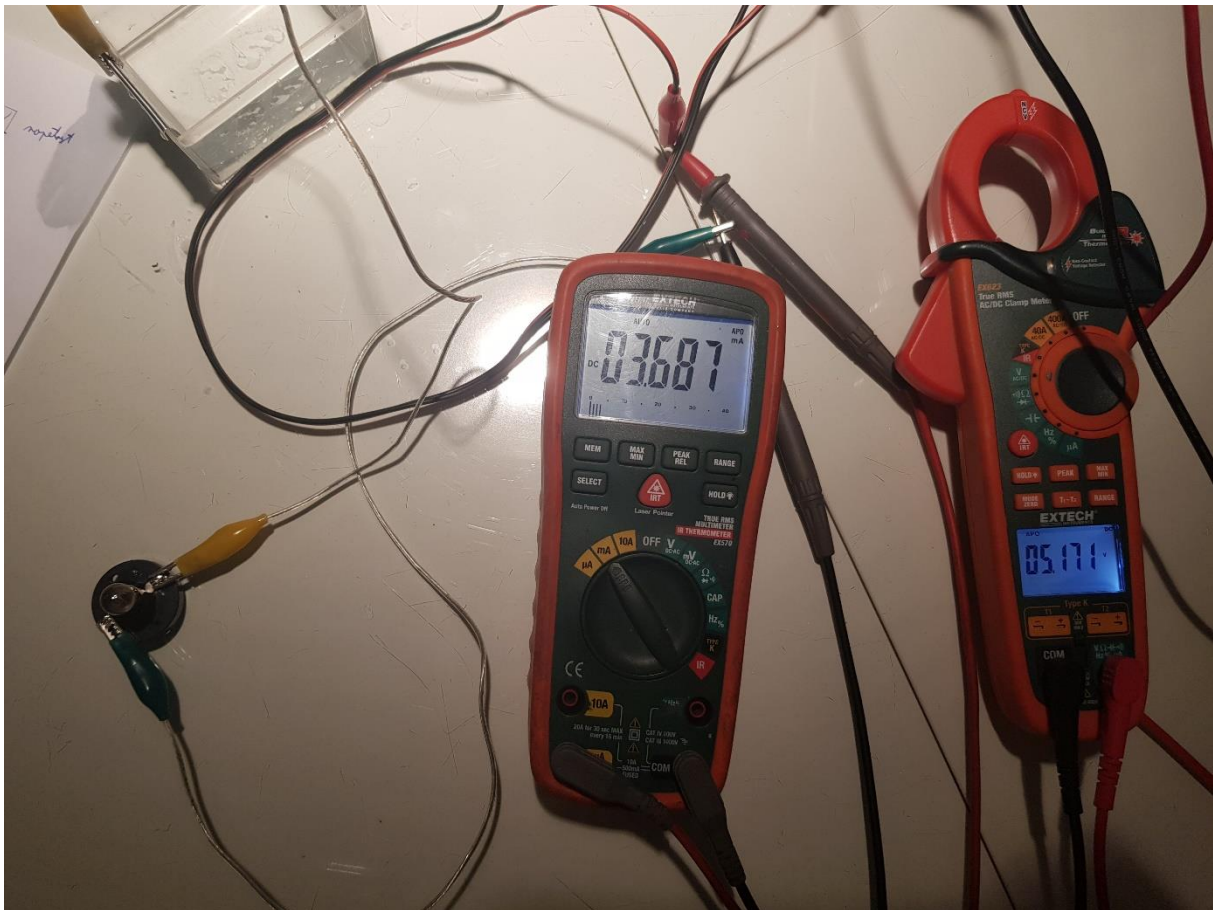
Prvi niz preizkusov, ki sem ga naredil, je vseboval le vodo iz pipe. Ker ni bila voda destilirana, sem pričakoval, da bo čez moj tokokrog tekla majhen tok, zaradi mineralov in ostalih snovi, ki so v vodi iz pipe. Ta tok je bil minimalen (3,6mA), kot prikazuje slika 2. Najvišji tok, ki sem ga dobil z samo vodo iz pipe, je 19mA pri 20V.



**a) 130 ml vode brez primesi.**

Napetost [V]	5	10	15	20
Tok [mA]	3,6	8,2	13,4	19
Svetlost lučke	Ne sveti	Ne sveti	Ne sveti	Ne sveti

Tabela 1 – 130 ml vode brez primesi.



Slika 2: Slika tokokroga vode brez dodatkov

### 3.3 Voda in sol

Drugi niz preizkusov, ki sem ga naredil, je vseboval vodo iz pipe, kateri sem postopno dodajal po 3g navadne kuhinjske soli. Ko sem sol zmešal z vodo, sem opazil, da je žarnica vse bolj žarela. Opazil sem tudi, da so zaradi toka nastali majhni balončki in tok je nevarno naraščal, kar sem v tabelah označil s prekomernim tokom, kot prikazujta sliki 3 in 4.

#### b) 130 ml vode + postopno dodajanje soli.

Napetost = 5V DC

Količina soli [g]	3	6	9	12	15
Tok [mA]	176	350	397	424	440
Svetlost lučke	Ne sveti	Mala	Srednja	Srednja	Srednja

Tabela 2 - 130 ml vode + postopno dodajanje soli

#### c) 130 ml vode + postopno dodajanje soli.

Napetost = 10V DC

Količina soli [g]	3	6	9	12	15
Tok [mA]	360	574	Prekomerno	Prekomerno	Prekomerno
Svetlost lučke	Mala	Močna	Močna	Močna	Močna

Tabela 3 - 130 ml vode + postopno dodajanje soli.

V tretjem in četrtem nizu preizkusov je tok narastel nad 640 mA, kar je bilo že nesmiselno meriti, saj je tok daleč prekoračil namen preizkusa. Lučka je opazno močnejše svetila in je bila pred tem, da pregori.

**d) 130 ml vode + postopno dodajanje soli.**

Napetost = 15V DC

Količina soli [g]	3	6	9	12	15
Tok [mA]	640	Prekomerno	Prekomerno	Prekomerno	Prekomerno
Svetlost lučke	Močna	Močna	Močna	Močna	Močna

Tabela 4 - 130 ml vode + postopno dodajanje soli

**e) 130 ml vode + postopno dodajanje soli.**

Napetost = 20V DC

Količina soli [g]	3	6	9	12	15
Tok [mA]	Prekomerno	Prekomerno	Prekomerno	Prekomerno	Prekomerno
Svetlost lučke	Močna	Močna	Močna	Močna	Močna

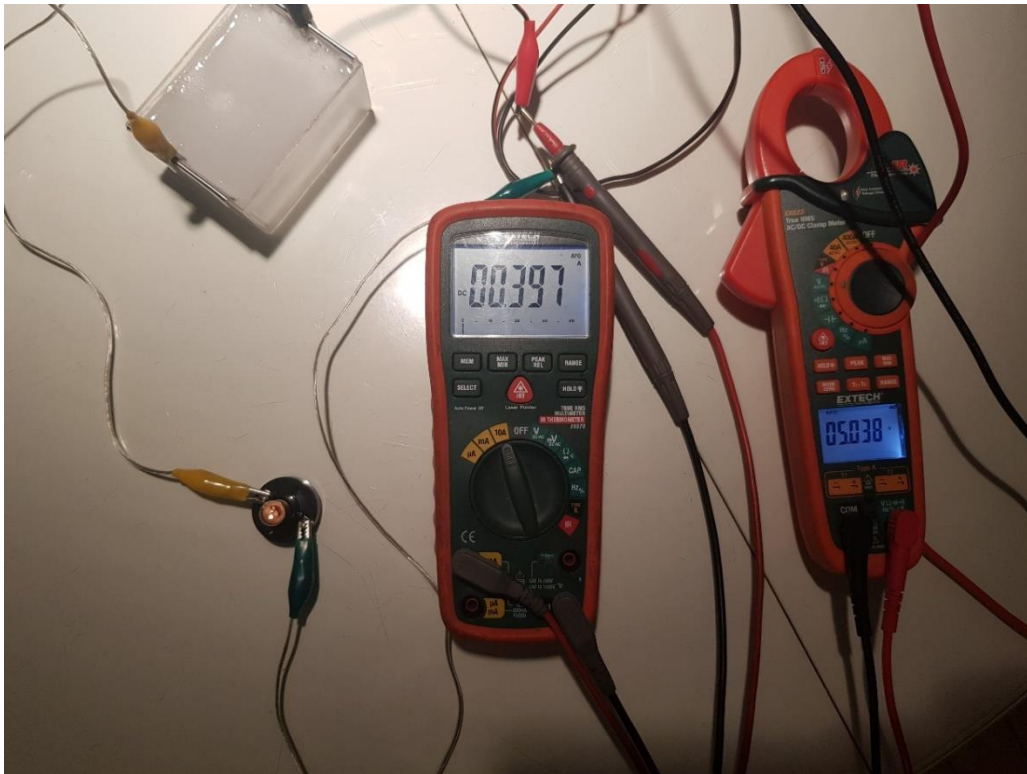
Tabela 5 - 130 ml vode + postopno dodajanje soli



Slika 3: Slika prikazuje meritev visokega toka (Tabela 3)



Slika 4: Slika prikazuje analogni prikaz visokega toka



Slika 5: Slika prikazuje rezultat meritve vezano na tabelo 2



Slika 6: Slika prikazuje rezultat meritev vezano na tabelo 2

### 3.3 Voda in milo

Drugi test, ki sem ga naredil v nizu testov z milom, je vseboval vodo iz pipe in 10 ml mila. Dokler sem milo vmešal v vodo, je pri napetosti 5V tok narasel do 30 mA in tak tudi ostal (slika 5). To me je malo presenetilo, saj je razmerje med vodo in milom 26:1 in ta tok, če steče skozi človeško telo, lahko človeka ubije. Da je lučka zasvetila, sem moral dodati 25ml mila in napetost dvigniti na 20V, kar je prikazano v tabeli 4.

#### f) 130 ml vode + postopno dodajanje mila.

Napetost = 5V

Količina mila [ml]	5	10	15	20	25
Tok [mA]	18	32	40	55	70
Svetlost lučke	Ne sveti	Ne sveti	Ne sveti	Ne sveti	Ne sveti

Tabela 6 - 130 ml vode + postopno dodajanje mila

#### g) 130 ml vode + postopno dodajanje mila.

Napetost = 10V

Količina mila [ml]	5	10	15	20	25
Tok [mA]	40	73	93	123	150
Svetlost lučke	Ne sveti	Ne sveti	Ne sveti	Ne sveti	Ne sveti

Tabela 7 - 130 ml vode + postopno dodajanje mila

**h) 130 ml vode + postopno dodajanje mila.**

Napetost = 15V

Količina mila [ml]	5	10	15	20	25
Tok [mA]	64	110	147	190	230
Svetlost lučke	Ne sveti	Ne sveti	Ne sveti	Ne sveti	Ne sveti

Tabela 8 - 130 ml vode + postopno dodajanje mila

**i) 130 ml vode + postopno dodajanje mila.**

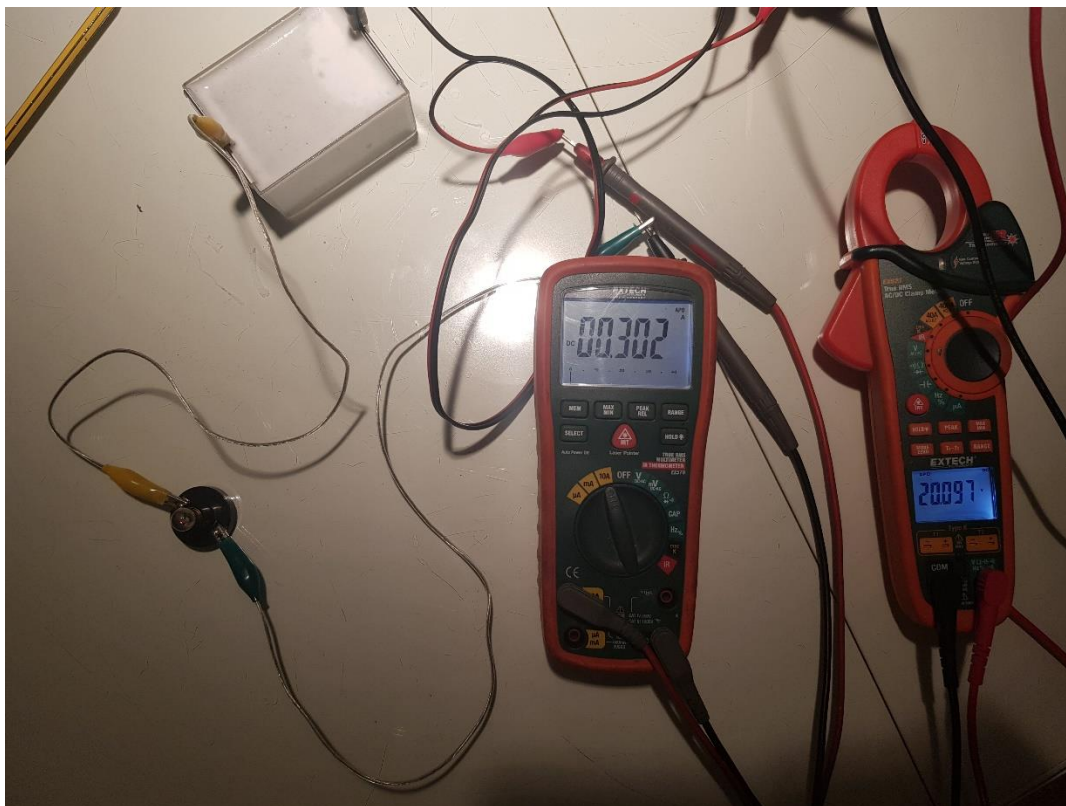
Napetost = 20V

Količina mila [ml]	5	10	15	20	25
Tok [mA]	88	150	206	260	302
Svetlost lučke	Ne sveti	Ne sveti	Ne sveti	Ne sveti	Malo

Tabela 9 - 130 ml vode + postopno dodajanje mila

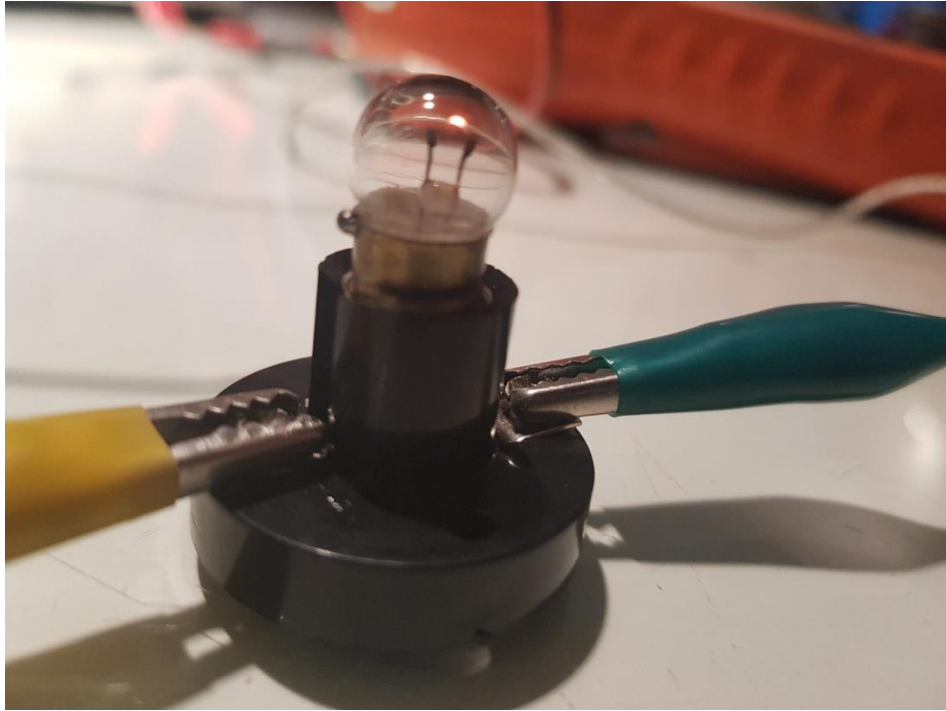


Slika 7: Slika prikazuje rezultat meritve vezano na tabelo 6

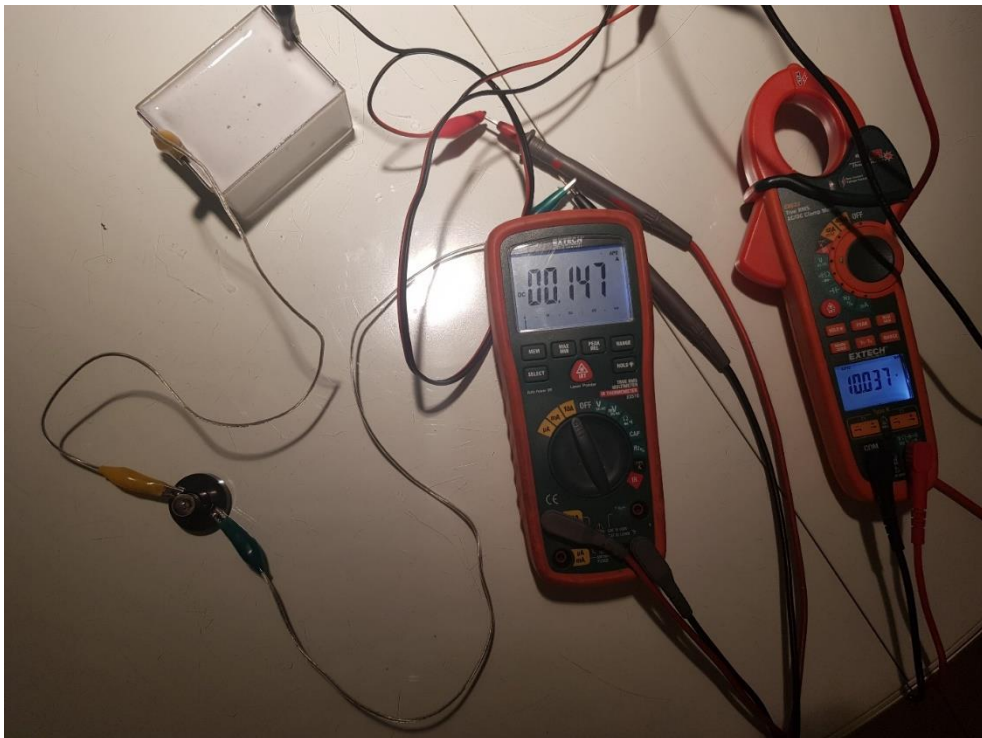


Slika 8: Slika prikazuje rezultat meritve, ko lučka komaj zažari - vezano na tabelo 9





Slika 9: Slika prikazuje analogni prikaz - vezano na tabelo 9



Slika 10: Slika prikazuje rezultat meritve vezano na tabelo 8

### 3.4 Voda, sol in mila

Pri zadnjem nizu preizkusov sem želel izvedeti, kaj se zgodi, če zmešaš vodo, sol in mila. To me je zanimalo, saj sem na internetu videl solne kopeli, v katere v vodo vmeša mešanico soli in mila.

V prvem testu vode, soli in mila je pri napetosti 5V tok prišel že do 250 mA. Pri višjih napetosti je tok močno naraščal. To prikazujejo spodnje tabele.

#### j) 130 ml vode + 25ml mila + postopno dodajanje soli.

Napetost = 5V

Količina soli [g]	3	6	9
Tok [mA]	250	350	360
Svetlost lučke	Ne sveti	Mala	Mala

Tabela 10 - 130 ml vode + 25ml mila + postopno dodajanje soli

#### k) 130 ml vode + 25ml mila + (x) gramov soli.

Napetost = 10V

Količina soli [g]	3	6	9
Tok [mA]	430	580	605
Svetlost lučke	Srednja	Močna	Močna

Tabela 11 - 130 ml vode + 25ml mila + (x) gramov soli

**l) 130 ml vode + 25ml mila + (x) gramov soli.**

Napetost = 15V

Količina soli [g]	3	6	9
Tok [mA]	600	Prekomerno	Prekomerno
Svetlost lučke	Močna	Močna	Močna

Tabela 12 - 130 ml vode + 25ml mila + (x) gramov soli

**m) 130 ml vode + 25ml mila + (x) gramov soli.**

Napetost = 20V

Količina soli [g]	3	6	9
Tok [mA]	Prekomerno	Prekomerno	Prekomerno
Svetlost lučke	Močna	Močna	Močna

Tabela 13 - 130 ml vode + 25ml mila + (x) gramov soli

## 4 ZAKLJUČEK

Pri moji raziskovalni nalogi nisem imel prav težkega dela. Raziskal sem področje povezano z električno, ki mi je kar blizu. Menim, da je bil moj način dela ustrezen, saj sem dokazal, da je zelo nevarna kombinacija vode, soli in mila z električnim tokom.

Raziskava je bila uspešna, saj podpira teoretični del, ki pravi, da raztopine prevajajo več električnega toka, kot sama voda.

Vse moje hipoteze sem s preizkusi potrdil, vendar nisem pričakoval, da bo prevodnost v nizih preizkusov z soljo tako močno naraščala. To je nazorno prikazano v raziskovalnem delu naloge.

Moje ugotovitve prikazujejo, da moramo upoštevati dejstvo, da z višanjem napetosti narašča tudi tok skozi električni krog – tok, ki bi tekel skozi raztopino.

To pomeni, da če ponovimo preizkus pri napetosti 220V, kar je naša hišna napetost, je ta 11krat višja od najvišje napetosti, uporabljeni pri mojih preizkusih.

Prišel sem do ugotovitve, da bi torej že pri preizkusu z vodo iz pipe čez električni krog tekel tok 209mA, kar je 7 krat večji od toka, ki je potreben, da ubije človeka.

Pri zaključkih je potrebno upoštevati, da so moji preizkusi izvedeni z enosmerno napetostjo, hišna napeljava pa koristi izmenično napetost, ki je za živa bitja bolj nevarna! **Zelo malo ljudi se te nevarnosti zaveda.**

## 5 PRIPOROČILA

Opozarjam vse tiste, ki radi uporabljajo kopeli, naj poleg ne polnijo telefonov ali uporabljajo kakršnih koli drugih električnih naprav, kot so feni, grelci, itd. , saj kot pokaže raziskava, je to smrtno nevarno.

Za dodatno varnost v kopalnicah **priporočam GFCI vtičnice**, katere ob razliki med fazo in nulo (dveh žicah v vtičnici) izklopijo tok.

Kadar nastane razlika med fazo in nulo, pomeni da en del električnega toka tokokroga beži ven iz tokokroga – v zemljo. To pomeni, da lahko en del toka teče skozi človeka. Če je ta tok večji kot  $\sim 25\text{mA}$ , vrže ven varovalko.

## 5 VIRI IN LITERATURA

### Knjižni viri:

- Marjan Krušič, SODOBNA TEHNOLOGIJA, Ljubljana, Mladinska knjiga, 1983
- prof. dr. Rudolf Kladnik, SVET ELEKTRONOV IN ATOMOV, Fizika za srednješolce 3, Ljubljana, DZS, 2003

### Viri slik:

- Slika 1, narisal Klemen Gačnik, Microsoft risar
- Slika 2, 3, 4, 5, 6, 7, avtor Klemen Gačnik