

Osnovna šola Hudinja
Mariborska 125, Celje

ELEKTRO PREVODNA BARVA

RAZISKOVALNA NALOGA



Avtorji:

Jan VREČER, 9.b
Rok VREČER, 9.b
Tim ŠLOSAR, 9.c

Mentor:

Uroš KALAR, prof. športne vzg.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje
Celje 2014

Kazalo

1	Povzetek.....	3
2	Uvod.....	4
3	Hipoteze.....	4
4	Teoretične osnove.....	5
4.1	Električni tok.....	5
4.2	Električna napetost.....	5
4.3	Električna prevodnost.....	5
4.4	Prevodniki.....	5
4.5	Električni upor.....	5
4.6	Ogljik.....	6
4.7	Baker.....	6
4.8	Svinčnik.....	6
4.9	LED.....	7
5	POTEK DELA.....	8
6	Meritve in rezultati.....	9
6.1	Elektro prevodna barva iz grafita (iz svinčnika) in želenih opilkov.....	9
6.2	Elektro prevodna barva iz bakra.....	11
6.3	Elektro prevodna barva – SVINČNIK.....	13
6.4	Elektro prevodna barva - GRAFIT (delci čistega grafita).....	18
7	DISKUSIJA.....	21
8	Zaključek.....	22
9	Literatura.....	23

1 Povzetek

Cilj raziskovalne naloge je bil poiskati način, kako izdelati elektro-prevodno barvo, ki bi jo lahko uporabili za izdelavo preprostega električnega vezja. Raziskovanje je bilo usmerjeno v iskanje cenovno ugodne rešitve, ki bi hkrati omogočala izdelavo takšne barve doma, s prosto dostopnimi elementi. Preizkušenih je bilo več možnosti z različnimi elementi, vendar v nobenem od naštetih primerov rezultati niso dosegali pričakovanj.

2 Uvod

Učni načrt predmeta fizika zajema nekaj teoretičnih osnov s področja elektrike in preprostih električnih vezij. Klasična metoda za izdelavo šolskega električnega vezja zajema bakrene žice, s katerimi se povezuje elemente električnega vezja. Osnova kompleksnejših vezij je tiskano vezje – kompozitna ploščica, na katero je nanešena plast prevodnika, običajno bakra, nato pa jedkana ali brušena tako, da nastane želeno vezje.

Med iskanjem preprostejšega načina za izdelavo vezja se je pojavila nova možnost – izdelava vezja z uporabo elektro-prevodne barve.

Na spletu smo našli povezavo do zanimive naprave (Drawdio) [1], ki izkorišča prevodnost oz. različno upornost vezja za spreminjanje tona. V eni od teh povezav je bila uporabljena komercialna elektro-prevodna barva. Zanimalo nas je, ali je mogoče s to elektro-prevodno barvo narediti vezje, ki bi bilo primerno za LED. Takšna barva je na internetu stala 18\$, vendar smo želeli ugotoviti ali lahko sami izdelamo elektro-prevodno barvo, ki bi bila podobna tej.

Elektro-prevodno barvo bi radi uporabili za izdelavo upogljivega vezja, s katerim bi lahko na najcenejši možni način izdelali svetilko. V kolikor bi se doma narejena barva izkazala za dovolj prevodno, bi jo lahko uporabili kot barvo za dekoracijo dnevnega prostora, hkrati pa bi lahko kjerkoli na tej dekoraciji v vklopili šibkejša LED svetiila. Korist od elektro-prevodne barve bi bila, da bi lahko naredili neko vezje (po možnosti daljše), na katerega bi priključili elemente razsvetljave.

Na internetu smo našli različna navodila in nasvete, kako bi lahko izdelali takšno elektro-prevodno barvo:

- uporaba svinčnika (*povezava: <http://www.youtube.com/watch?v=egMr9kk1uHk>*)
- Uporaba bakrene barve (*povezava: <http://www.youtube.com/watch?v=9iyRUBvd260>*)
- Barva iz tekočih kovin (*povezava: <http://spectrum.ieee.org/geek-life/hands-on/how-to-brew-your-own-conductive-ink>*)

Namen raziskovalne naloge je bil najti način, kako izdelati elektro-prevodno barvo iz vsakdanjih elementov. Želeli smo napraviti produkt, ki bi bil cenovno ugoden in s katerim bi lahko brez posebnih omejitev narisali poljubno vezje na list papirja, le-to pa bi ostalo upogljivo.

3 Hipoteze

- Elektro-prevodna barva prevaja električni tok.
- Elektro prevodna barva je upogljiva.
- Elektro-prevodno barvo je možno izdelati doma iz vsakdanjih elementov.

4 Teoretične osnove

Da bi lažje poiskali prave elemente, s katerimi bi lahko izdelali elektro-prevodno barvo, smo se spoznali z osnovnimi pojmi elektroprevodnosti.

4.1 Električni tok

Električni tok v fiziki in elektrotehniko imenujemo usmerjeno gibanje nosilcev električnega naboja, bodisi po praznem prostoru, bodisi po kovini ali drugem električnem prevodniku. Električni tok je definiran kot količina naboja, ki v danem časovnem intervalu preteče skozi dani presek. Mednarodni sistem enot predpisuje za merjenje električnega toka enoto amper, ki je ena osnovnih enot SI. [2]

4.2 Električna napetost

Električna napetost je fizikalna in elektrotehniška količina, določena kot razlika električnega potenciala. Električna napetost nam pove, koliko dela je potrebno opraviti za premik neke elektrine po neki poti v električnem polju. V konzervativnih sistemih je opravljeno delo neodvisno od poti. Zato je el. napetost kar razlika el. potencialov. [3]

4.3 Električna prevodnost

Električna prevodnost, specifična električna prevodnost ali specifična prevodnost (oznaka σ) je recipročna vrednost specifične upornosti. Mednarodni sistem enot predpisuje zanjo izpeljano enoto S/m ali $\Omega^{-1} \text{ m}^{-1}$, v praktični rabi so še druge izpeljane enote, kot npr. $\text{m}/\Omega \text{ mm}^2$. [4]

4.4 Prevodniki

Električni prevodnik je snov, ki dobro prevaja električni tok. Poznamo tudi slabo prevodne, neprevodne snovi oziroma izolatorje in polprevodne snovi. Za izdelavo električnih vodnikov se najbolj pogosto uporablja kovinske električne prevodnike baker, aluminij in zlato. [5]

4.5 Električni upor

Električni upor ali električna upornost (oznaka R) je fizikalna in elektrotehniška količina, določena z Ohmovim zakonom kot razmerje med napetostjo U na električnem uporniku in tokom I, ki teče skozenj. V elektrotehniko količino po navadi imenujejo električna upornost, v fiziki pa je pogostejše poimenovanje električni upor. Zaradi upora se električni vodniki segrevajo in oddajajo toploto. Nekatere snovi imajo lastnost, da njihov električni upor pri zelo nizkih temperaturah pade na nič. [6]

4.6 Ogljik

Ogljik je kemični element s simbolom C in vrstnim številom 6. Ogljik ni nastal v prapoku, saj morajo za njegov nastanek trojno trčiti trije delci alfa (jedra helija). Vesolje se je sprva širilo in ohlajalo prehitro, da bi bilo to mogoče. Nastaja pa v notranjosti zvezd v vodoravni veji, kjer zvezde pretvarjajo helijevo jedro v ogljik v procesu treh delcev alfa.

Ogljik je izreden element zaradi številnih razlogov. Njegove različne oblike vključujejo eno od najmehkejših (grafit) in eno od najtrših (diamant) človeku znanih snovi. Povrh ima veliko afiniteto za spajanje z drugimi manjšimi atomi, vključno z drugimi atomi ogljika, in njegova majhnost mu omogoča, da oblikuje večkratne vezi. Zaradi teh lastnosti je znanih skoraj deset milijonov različnih ogljikovih spojin. Ogljikove spojine tvorijo osnovo za vse življenje na Zemlji, ogljiko-dušikov cikel pa zagotavlja del energije, ki jo dajejo Sonce in druge zvezde. [7]

4.7 Baker

Baker je kemijski element, ki ima v periodnem sistemu simbol Cu in atomsko število 29. Baker je modrikasta kovina z nizko električno in toplotno prevodnostjo (med čistimi kovinami ima pri sobni temperaturi višjo električno prevodnost le srebro). Baker utegne biti najstarejša kovina v uporabi, saj so našli izdelke iz bakra, ki jih datirajo okoli leta 8700 pr. n. št. Razen tega, da je sestavina različnih rud, najdemo ponekje baker tudi v kovinski obliki (tj. samorodni baker). Kemijski simbol je Cu. [8]

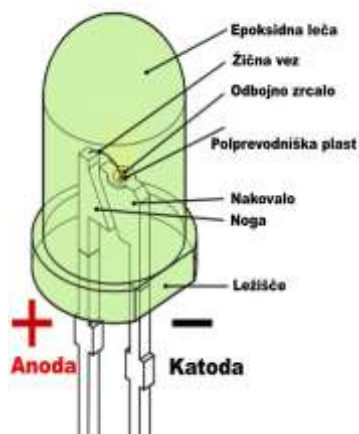
4.8 Svinčnik

Svinčnik je pisalo s sredico (mino) iz grafita, obdano z držalom iz lesa, plastike ali podobnega materiala. Več kot je grafita v svinčnikovi mini, bolj mehka je. Če pa je v njej več gline, je trša. Svinčniki z oznako 4B so zelo mehki, oznaka 4H pa pomeni zelo trd svinčnik. Najbolj vsestranski so svinčniki s srednjo trdoto - HB.

Svinčnik nastane tako, da grafit zmeljejo v prah in mu primešajo glino, vodo in še nekatere druge snovi, kot je vosek in razne kemikalije. [9]

4.9 LED

Svetleča dioda (angleška kratica LED) je polprevodniški elektronski element. Njene električne karakteristike so podobne navadni polprevodniški diodi s to razliko, da kadar prevaja tok, sveti. Razlikujejo se po barvi, velikosti, obliki in električnih karakteristikah. Svetloba, ki jo oddajajo ima valovno dolžino v ozkem pasu. Modro barvo so uspeli dobiti šele pred nekaj leti. Bela svetleča dioda je kombinacija rdeče, zelene in modre. Izkoristek svetleče diode je mnogo boljši kot pri žarnici z žarilno nitko. Bele svetleče diode velike sevalne moči napovedujejo bolj množično uporabo le-teh v razsvetljavi. Poleg boljšega izkoristka jih odlikuje tudi daljša življenjska doba, ki znaša okoli 50000 ur, za razliko od navadne žarnice, kjer je 1000 ur. [10]



Slika 1: sestava LED [10]

5 POTEK DELA

Za pripravo elektro-prevodnih barv smo morali najprej zbrati vse primerne sestavine, da bi lahko sploh izdelali določeno elektro-prevodno barvo. Potrebovali smo tudi podlago, ki je bila v našem primeru list, da smo lahko nanj nanašali elektro-prevodne barve. Za izdelavo le-teh smo se osredotočali tudi na videoposnetke, ki smo jih našli na Youtubu, da smo lahko ugotovili pravilno razmerje določenih sestavin elektro-prevodnih barv (npr. razmerje modre galice in C-vitamina pri eni od mešanic elektro-prevodne barve). Ko smo naredili mešanico elektro-prevodne barve, smo jo s paličico nanesli na papir ter počakali, da se barva posuši. Ko se je posušila, smo opravili meritve upornosti z multimetrom. Na podlagi meritev smo ugotovili, kolikšna je električna upornost posamezne elektro-prevodne barve in na podlagi tega sklepali, ali je ta elektro-prevodna barva primerna za risanje daljših vezij in če lahko nanjo priključimo LED. Na koncu smo meritve grafično upodobili in na podlagi ugotovitev sklepali, katera barva je od vseh, ki smo jih naredili, najprimernejša. Za doziranje oz. nanašanje teh barv smo uporabljali različne pripomočke, in sicer leseno ali kovinsko paličko pa tudi injekcijsko brizgo z iglo. Pomembno je bilo tudi to, da smo elektro-prevodno barvo nanašali v čim bolj ravni črti in čim bolj na debelo, saj se je pri nekaterih poskusih izkazalo, da pri tanjši plasti ni mogoče opraviti meritev. Prav tako smo morali biti pozorni, da nismo dodali preveč lepila ali vode, saj je bila v tem primeru elektro-prevodna barva preredka in meritve niso bile ugodne.



Slika 2: Izvajanje meritev

6 Meritve in rezultati

6.1 Elektro prevodna barva iz grafita (iz svinčnika) in želenih opilkov

Postopek izdelave:

Svičnikove minice smo zdrobili in dodali lepilo-mekol ter železne opilke, ki smo jih predhodno namagnetili. Poskrbeli smo, da je bila zmes dovolj gosta, nato pa smo jo nanесли na list papirja.

Potrebovali smo:

- Navadno svinčnikovo minico
- Lepilo Mekol
- Železne opilke
- Tabela
- Neodim magneti



Slika 3: Sestavine za barvo iz svinčnikovega grafita, Mekola in železnih opilkov..

Izgled barve:

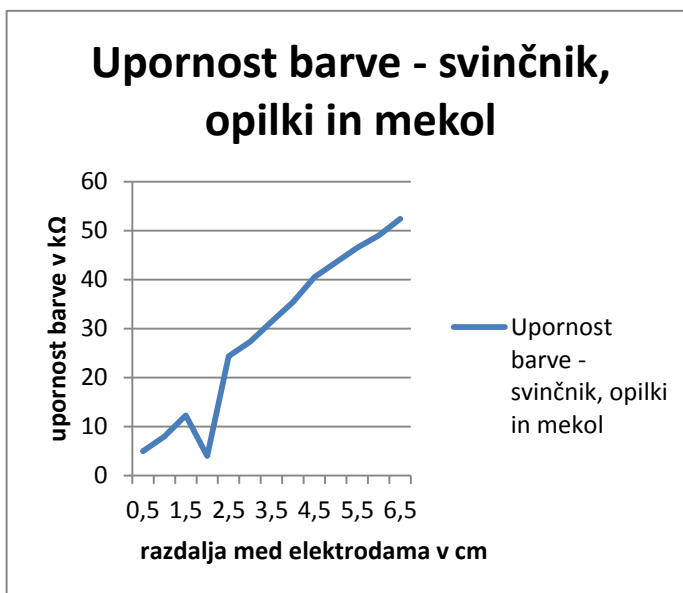
Elektro-prevodna barva se svetlika je nekoliko hrapava in ko se posuši upogljiva.

Način shranjevanja:

Te barve ne bi mogli shranjevati na zraku, saj bi se strdila zaradi dodatka mekola. Shranjevati bi jo morali v zaprti posodi, kjer bi zagotovili zadrževanje vlage, da se barva nebi izsušila.

Meritve:

Razdalja [cm]	Upornost [k Ω]
0,5	5
1	8
1,5	12,3
2	4
2,5	24,4
3	27,3
3,5	31,4
4	35,4
4,5	40,5
5	43,5
5,5	46,5
6	49
6,5	52,4



Graf 1: Upornost barve iz železnih opilkov, mekola in grafita iz svinčnika.

Ugotovitev: Graf prikazuje, da električna upornost z dolžino dokaj premosorazmerno naraščala, kar pa ni dobro, če bi želeli narediti daljše vezje. S tako barvo ne bi mogli narediti večje stenske dekoracije, saj bi upornost najbrž narasla do te mere, da LED nebi svetile. Za nanašanje smo uporabili palčko, lahko pa bi uporabili tudi čopič ali injekcijsko iglo. Da bi izpopolnili našo elektro-prevodno barvo bi morali namesto grafita iz svinčnika, ki ima dodan tudi vosek, uporabiti čisti grafit, ki ima boljšo prevodnost. Ta barva prevaja električni tok, vendar je upornost precej velika, zato te barve za kakšno daljše vezje ne bi morali uporabiti. Za to barvo bi lahko trdili, da je iz vsakdanjih elementov.

6.2 Elektro prevodna barva iz bakra

Postopek izdelave:

V toplo vodo (70 °C) smo raztopili vitamin C ter dodali raztopino bakrovega sulfata (modro galico). Za raztopini smo uporabili 300ml vode. Od tega smo v 250ml vode raztopili C vitamin, v preostanek pa Bakrov sulfat. Razmerje obeh elementov je bilo 5:1. Obe raztopini smo zmešali in počakali, da se je baker iz raztopine izločil in usedel na dno posode. Za tem smo odvečno tekočino smo odlili, v usedlino pomešano z majhno količino vode smo dodali zelo majhno količino lepila Mekol, nato smo nanесли barvo na papir, počakali, da se je posušila ter izmerili prevodnost.



Slika 4: Priprava mešanice raztopin in izločanje bakra.

Potrebovali smo:

- Vitamin C
- Bakrov sulfat (modro galico)
- Voda
- Mekol

Izgled barve:

Elektro prevodna barva je bila bakrene barve, prav tako se je svetlikala in bila upogljiva.



Slika 5: Osušena barva iz bakra.

Način shranjevanja:

Bakreno pasto – bakrene nanodelce zmešane z vodo, bi morali hraniti v posodi, kjer bi zmesi zagotavljali visoko vlažnost, saj bi se v nasprotnem primeru zmes posušila in postala neuporabna. Zmesi vode in bakra smo dodali lepilo Mekol, da bi zagotovili odpornost proti oksidaciji.

Meritve:

Ta elektro prevodna barva je imela preveliko upornost, zato rezultatov nismo mogli izmeriti.

Ugotovitev: Ta barva ni primerna za vezje, saj ima preveliko upornost. Izdelava take elektroprevodne barve bi lahko bila težavna, saj se pri 300ml raztopine izloči zelo malo bakra. Sestavine so sicer poceni in enostavno dosegljive. To barvo lahko nanašamo z injekcijsko iglo, palčko ali čopičem. Če bi želeli dobiti boljšo elektro-prevodno barvo, bi morali izračunati oz. ugotoviti, kakšno je popolno razmerje med modro galico in C-vitaminom.

6.3 Elektro prevodna barva – SVINČNIK

Postopek izdelave:

Z različno trdimi svinčnikov (B2, HB, B1, H), smo na list papirja pobarvali črto ter izmerili prevodnost.

Potrebovali smo:

- Svinčniki (B2, HB, B1, H)

Izgled barve:

Elektro prevodna barva je bila sive barve in bleščeča ter prav tako upogljiva.

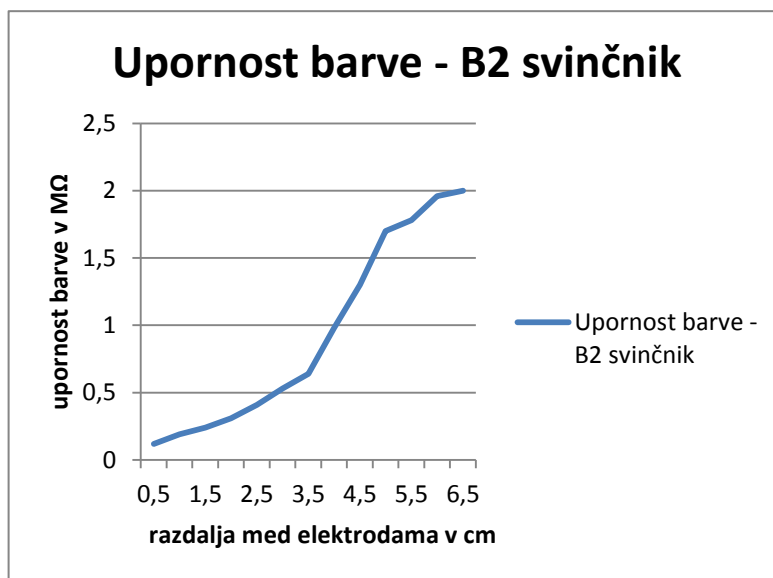
Način shranjevanja:

Svinčnik bi lahko shranjevali na vseh suhih mestih.

Meritve:

Svinčnik B2

Razdalja [cm]	Upornost [M Ω]
0,5	0,12
1	0,19
1,5	0,24
2	0,31
2,5	0,41
3	0,53
3,5	0,64
4	0,98
4,5	1,30
5	1,70
5,5	1,78
6	1,96
6,5	2



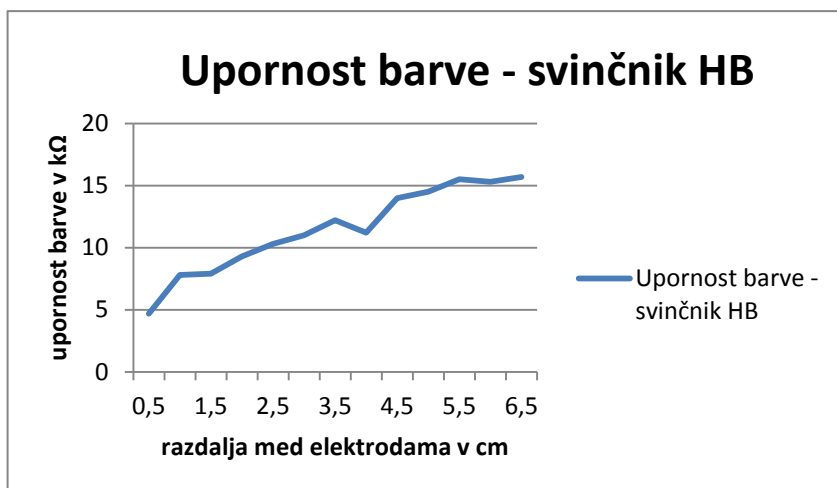
Graf 3: Upornost barve – svinčnik B2.



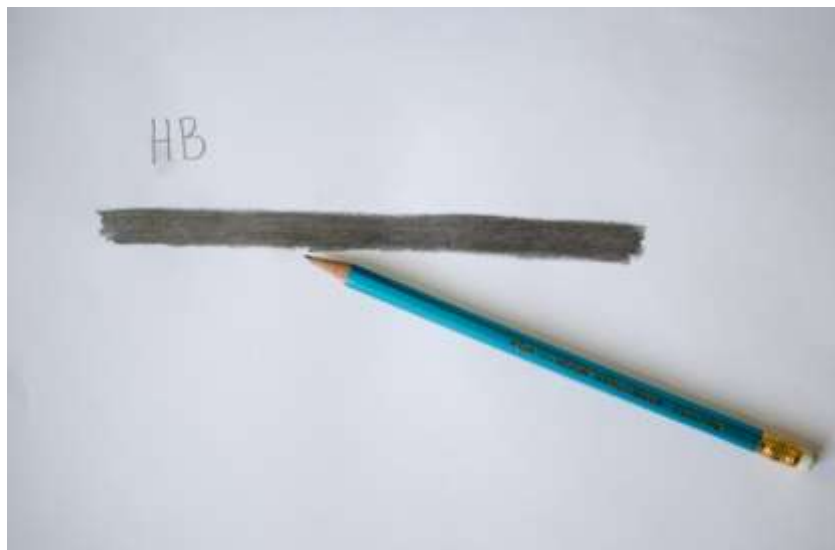
Slika 6: Barva – svinčnik B2.

Svinčnik HB

Razdalja [cm]	Upornost [k Ω]
0,5	4,7
1	7,8
1,5	7,9
2	9,3
2,5	10,3
3	11
3,5	12,2
4	11,2
4,5	14
5	14,5
5,5	15,5
6	15,3
6,5	15,7



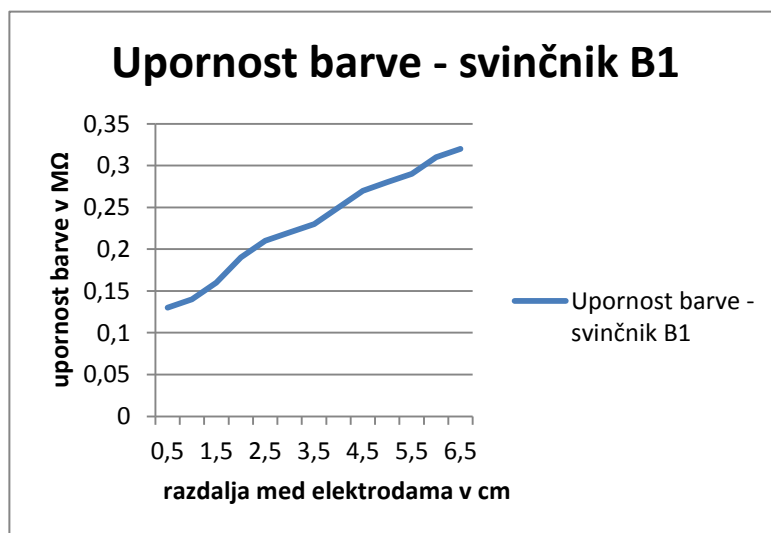
Graf 3: Upornost barve – svinčnik HB.



Slika 7: Barva – svinčnik HB.

Svinčnik B1

Razdalja [cm]	Upornost [MΩ]
0,5	0,13
1	0,14
1,5	0,16
2	0,19
2,5	0,21
3	0,22
3,5	0,23
4	0,25
4,5	0,27
5	0,28
5,5	0,29
6	0,31
6,5	0,32



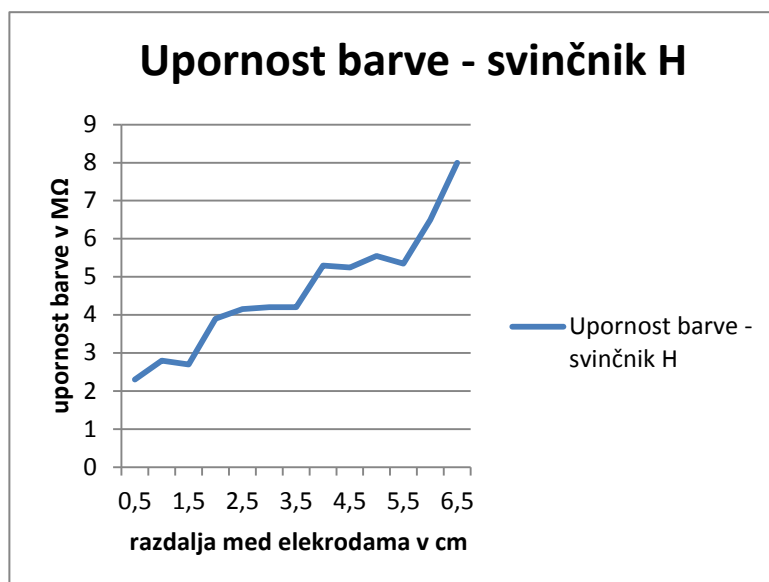
Graf 4: Upornost barve – svinčnik B1.



Slika 8: Barva – svinčnik B1.

Svinčnik H

Razdalja [cm]	Upornost [MΩ]
0,5	2,3
1	2,8
1,5	2,7
2	3,9
2,5	4,15
3	4,2
3,5	4,2
4	5,3
4,5	5,25
5	5,55
5,5	5,35
6	6,5
6,5	8



Graf 5: Upornost barve – svinčnik H.



Slika 9: Barva – svinčnik H

Ugotovitev: Takšna elektro-prevodna barva bi bila zelo poceni in najenostavneje dosegljiva, saj svinčnike uporabljamo pri vsakdanjih šolskih opravilih, prav tako ni nobenih posebnih zahtev glede shranjevanja ali nanašanja. Ugotovili pa smo, da je upornost take barve precej velika, prav tako se lahko naknadno razmaže ali praši pri nanašanju, kar ima lahko negativne posledice pri sestavi vezja. Problem bi lahko predstavljal tudi neenakomeren nanos. Upornost z razdaljo precej hitro narašča.

6.4 Elektro prevodna barva - GRAFIT (delci čistega grafita)

Postopek izdelave:

Zrnes čistega grafita smo zmešali prav tako z lepilom mekola ter ga nanесли na papir in izmerili prevodnost.

Potrebovali smo:

- Čisti grafit
- Lepilo Mekol

Izgled barve:

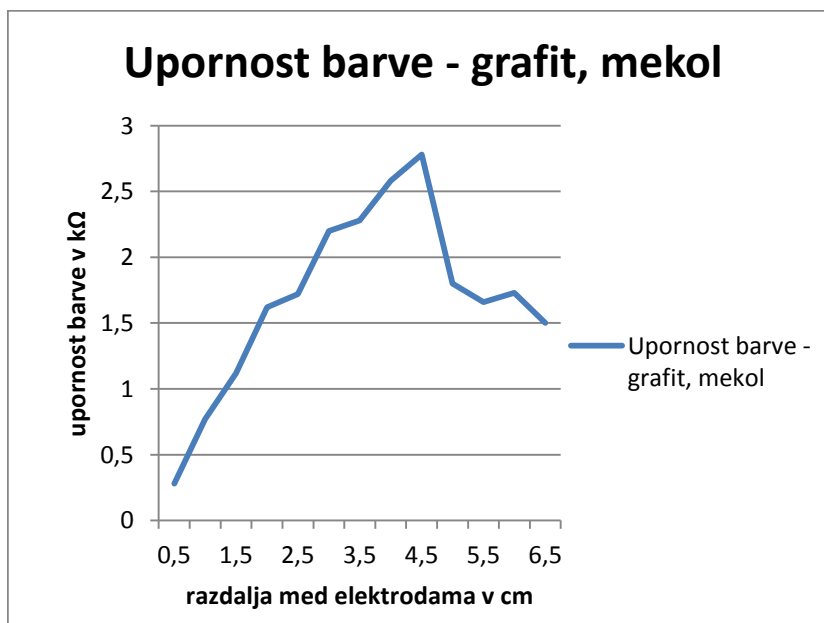
Elektro prevodna barva je bila zelo hrapava, ni bila upogljiva, težko se je nanašala na papir in ob večjem pritisku na njo, se je odkrušila.

Način shranjevanja:

Barvo bi prav tako težko shranjevali, saj smo dodali lepilo Mekol in se je hitro strdil. Nujno bi bilo shranjevanje v prostoru, ki dobro zadržuje vlago.

Meritve:

Razdalja [cm]	Upornost [k Ω]
0,5	0,28
1	0,77
1,5	1,12
2	1,62
2,5	1,72
3	2,2
3,5	2,28
4	2,58
4,5	2,78
5	1,80
5,5	1,66
6	1,73
6,5	1,50

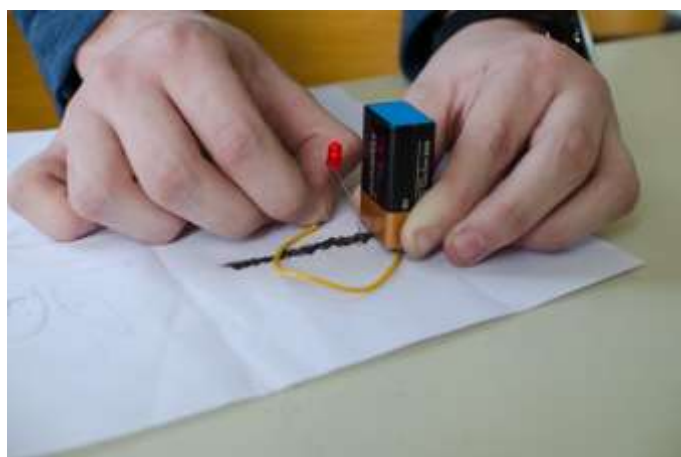


Graf 6: Upornost barve iz grafita in mekola.



Slika 10: Izdelava in nanos barve iz Mekola in grafita.

Ugotovitev: Ta barva ne bi bila primerna, saj je bila zelo hrapava in se je zelo hitro odkrušila. To je otežilo merjenje električne upornosti. Glede električne prevodnosti pa je v primerjavi z ostalimi precej dobra, saj električna upornost z dolžino precej ne narašča. Prednost take barve je tudi, da bi lahko elemente spajali kar s pomočjo barve (zaradi debeline nanosa). Ker je osnovno vezivo te barve mekol, bi lahko električne elemente potopili v barvno sled in bi se tam fiksirali, ko bi se barva posušila. Prav tako je ta barva edina dala željene rezultate, čeprav na kratki razdalji. Uporabnost barve smo preverili tako, da smo s pomočjo žice zaključili električni krog in preverili, ali LED ob stiku sveti.



Slika 11: Uspešen preizkus elektro-prevodne barve.

Ker je elektro-prevodna barva prestala preizkus, smo izdelali še okrasno vezje, da bi realizirali tudi cilj naše raziskovalne naloge.



Slika 12: Okrasno vezje iz grafitove barve.

Na žalost nam ponovno mešanje barve ni uspelo tako kot prvič in LED ni zasvetila.

7 DISKUSIJA

Izdelava elektro-prevodnih barv, ki smo jih naredili, je bila cenovno ugodna, najcenejša je bila izdelava elektro-prevodne barve s svinčnikom, ki je imela tudi najboljše rezultate - najmanjšo električno upornost. Elektro prevodno barvo smo želeli uporabiti kot vodnik za napeljavo razsvetljave in hkrati za dekoracijo na steni. Pričakovali smo nekoliko boljše rezultate.

Želeli smo si, da bi upornost ne naraščala tako hitro z razdaljo in bi tako bila barva veliko bolj uporabna. Z barvo smo želeli napraviti daljše vezje, na katerega bi lahko na kateremkoli mestu priključili LED in tako dobili inovativno grafično podobo, ki bi jo lahko uporabili za razsvetljevanje ali kot ambientno svetlobo oz. svetlobno dekoracijo.

Z barvo, ki smo jo izdelali, bi lahko naredili le krajše vezje in s tem manjšo dekoracijo na steni, saj je električna upornost z razdaljo hitro naraščala in zato takšna elektro-prevodna barva ne bi bila primerna za večje dekoracije. Glavna slabost elektro-prevodnih barv, ki smo jih izdelali je v tem, da niti na enakih razdaljah meritve niso konsistentne. Rezultati so varirali glede na to, kje smo meritev opravljali. Na to je najbrž vplival neenakomeren nanos barve in predvsem nehomogenost barve.

Vse barve, ki smo jih izdelali, bi morali hraniti v posodi, ki bi barvo zaščitila pred izsušitvijo. Bakreno barvo pa bi morali zaščititi tudi pred oksidacijo. Najmanj težav bi imeli s shranjevanjem svinčnikov, če bi le-te uporabljali v namen elektro-prevodne barve, saj so le-ti zelo trpežni in odporni na zunanje vplive.

Med raziskovanjem smo se naučili veliko novega, in sicer kako lahko iz različnih elementov oz. snovi dobimo elektro-prevodno barvo, kako se uporablja multimeter, s katerim smo merili električno upornost elektro-prevodnih barv in kako lahko naredimo vezje. Idealna elektro-prevodna barva bi imela majhno upornost, ki se z razdaljo nebi ključno povečevala.

V prihodnje bi morali raziskovati, kakšna so najbolj ugodna razmerja določenih snovi, oz. elementov, da lahko dobimo večjo prevodnost barve in katere cenovno ugodne elemente bi še lahko uporabili za izdelavo le-te.

Prvo hipotezo lahko potrdimo, saj elektro-prevodne barve prevajajo električni tok, vendar ne tako dobro, da bi lahko naredili daljše vezje.

Drugo hipotezo lahko do določene mere potrdimo, saj ostane večino barv, ki smo jih producirali, lahko dovolj upognili, da bi lahko izdelali vezje na papirju, ki se ob zvijanju papirja nebi poškodovalo.

Tretjo hipotezo lahko potrdimo, saj je elektro-prevodno barvo možno izdelati iz elementov, ki jih najdemo doma (lepilo, grafit iz svinčnika).

8 Zaključek

Pri izdelavi raziskovalne naloge smo ugotovili, da je bila ne-le najcenejša, ampak tudi najugodnejša z vidika uporabe, nanašanja in shranjevanja elektro-prevodna barva - svinčnik, kar je bilo pričakovano. Ugotovili smo, da lahko elektro-prevodno barvo izdelamo doma, saj je sestava te barve zelo preprosta in sestoji iz najosnovnejših elementov, s katerimi se doma neprestano srečujemo (lepilo, grafit iz svinčnika itd.), zato smo lahko zadnjo hipotezo potrdili. Prav tako smo lahko potrdili tudi prvo hipotezo, saj smo z izmerjenimi meritvami dokazali, da vse elektro-prevodne barve, ki smo jih izdelali, v manjši meri prevajajo električni tok.

Za izboljšanje tega projekta bi morali v prvi vrsti ugotoviti, kakšno je pravilno razmerje med različnimi sestavinami. Prav tako bi morali natančneje dozirati in beležiti sestavo in postopek mešanja barv. Pri najbolj prevodni barvi namreč postopka v drugo nismo uspeli ponoviti. Za to je najbrž krivo napačno mešalno razmerje in napačen nanos barve. Če bi bil naš projekt uspešen, bi lahko čudovito prispevali k opremljanju doma v smislu »naredi sam«, saj je naš cilj bil izdelati elektro-prevodno barvo in z le-to okrasiti steno, ki pa bi hkrati lahko služila tudi kot svetlobni okras ali pa v najboljšem možnem scenariju, kot dekoracija s poljubno možnostjo prestavljanja svetil.

Z opravljenim delom smo zadovoljni, saj smo se skozi proces raziskovanja naučili mnogo o elementih, ki jih vsak dan srečujemo. Med nova spoznanja sodi tudi ugotovitev, da LED potrebujejo za delovanje zelo majhen padec napetosti, kar pomeni, da ima lahko vezje spremenljivo ali precej visoko upornost. Navdušeni smo bili tudi nad reakcijo, s pomočjo katere smo iz raztopine dveh elementov dobili bakrove delce, kljub temu, da teoretične osnove za to reakcijo nismo nikjer našli.

9 Literatura

- [1] <http://web.media.mit.edu/~silver/drawdio/>
- [2] http://sl.wikipedia.org/wiki/Elektri%C4%8Dni_tok
- [3] http://sl.wikipedia.org/wiki/Elektri%C4%8Dna_napetost
- [4] <http://jernej.sloserver.eu/projektsoline/prevodnost.html>
- [5] http://sl.wikipedia.org/wiki/Elektri%C4%8Dni_prevodnik
- [6] http://sl.wikipedia.org/wiki/Elektri%C4%8Dni_upor
- [7] <http://sl.wikipedia.org/wiki/Ogljik>
- [8] <http://sl.wikipedia.org/wiki/Baker>
- [9] <http://sl.wikipedia.org/wiki/Svin%C4%8Dnik>
- [10] http://sl.wikipedia.org/wiki/Svetle%C4%8Da_dioda