



Vpliv koncentracije etanola na delovanje gorivne celice

raziskovalna naloga

avtorice:

Tjaša Hočevar, 9.b

Sara Skočir, 9.a

Maruša Turnšek, 9.a

mentor:

Boštjan Štih, prof. bio in kem

Osnovna šola Hudinja

VPLIV KONCENTRACIJE ETANOLA NA DELOVANJE GORIVNE CELICE

raziskovalna naloga

avtorice:

Tjaša Hočever, 9.b

Sara Skočir, 9.a

Maruša Turnšek, 9.a

mentor:

Boštjan Štih, prof. bio in kem

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, 2010

Kazalo vsebine

Kazalo slikovnega gradiva	4
Kazalo grafikonov	4
Povzetek	5
1 Uvod	6
1.1 Teoretske osnove	6
1.1.1 O bioenergiji	6
1.1.2 Kaj je etanol?	7
1.1.3 Uporaba celuloznega etanola	7
1.1.4 Gorivne celice z uporabo obnovljivih virov energije	7
1.1.5 Osnove delovanja gorivne celice	8
1.2 Opis raziskovalnega problema	9
1.3 Hipoteze	9
1.4 Raziskovalne metode	10
1.4.1 Delo z viri	10
1.4.2 Izdelava aparature	10
1.4.3 Priprava raztopin	11
1.4.4 Izvajanje meritev	11
1.4.5 Priprava pisnega poročila	11
2 Osrednji del	12
2.1 Predstavitev raziskovalnih rezultatov	12
2.1.1 Vpliv koncentracije etanola na največjo napetost med elektrodama	12
2.1.2 Vpliv koncentracije etanola na čas, da v gorivni celici po prenehanju dovajanja raztopine etanola preneha nastajati električni tok	13
2.1.3 Vpliv koncentracije etanola na čas, potreben, da na elektrodah gorivne celice izmerimo napetost 1 V	14
2.1.4 Vpliv koncentracije etanola na čas, potreben, da med elektrodama začne teči tok 10 mA	15
2.1.5 Vpliv koncentracije etanola na višino napetosti po več zaporednih porabah	16
2.1.6 Spreminjanje napetosti na elektrodah gorivne celice v prvi uri po začetku delovanja	17
2.1.7 Spreminjanje toka na izhodu gorivne celice v prvi uri po začetku delovanja	18
2.2 Diskusija	19
3 Zaključek	21
4 Viri in literatura	22
4.1 Pisni viri	22
4.2 Spletni viri	22
4.3 Viri slik	22

Kazalo slikovnega gradiva

Slika 1: Preprosta shema gorivne celice. (vir: <i>Gorivne celice z uporabo obnovljivih virov energije, 2004</i>)	6
Slika 2: Shema delovanja gorivne celice na etanol. (prirejeno po Bioenergie-Entdeckung Set, Benutzerhandbuch 2008).....	8
Slika 3: Model gorivne celice z dodanim elektromotorčkom, ki smo ga uporabljali pri izvedbi poskusov.	10
Slika 4: Aparatura za izvajanje meritev	10
Slika 5: Delovno okno računalniškega programa za izvajanje meritev električnega toka in napetosti	11

Kazalo grafikonov

Grafikon 1: Vpliv koncentracije etanola na največjo napetost med elektrodama	12
Grafikon 2: Vpliv koncentracije etanola na čas, da v gorivni celici po prenehanju dovajanja raztopine etanola preneha nastajati električni tok	13
Grafikon 3: Vpliv koncentracije etanola na čas, potreben, da na elektrodah gorivne celice izmerimo napetost 1 V.....	14
Grafikon 4: Vpliv koncentracije etanola na čas, potreben, da med elektrodama začne teči tok 10 mA	15
Grafikon 5: Vpliv koncentracije etanola na višino napetosti pred vklopom elektromotorčka	16
Grafikon 6: Spreminjanje napetosti na elektrodah gorivne celice v prvi uri po začetku delovanja	17
Grafikon 7: Spreminjanje toka na izhodu gorivne celice v prvi uri po začetku delovanja	18

Povzetek

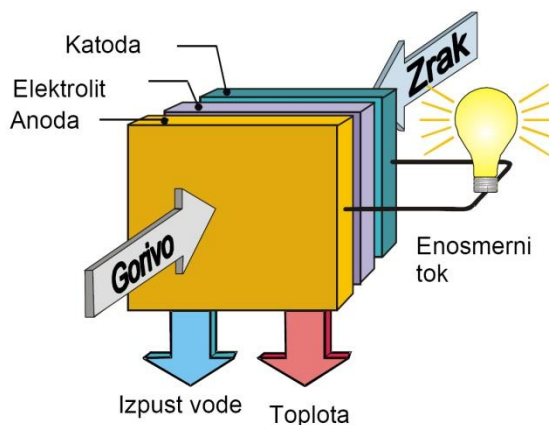
V naši raziskovalni nalogi smo ugotavljali vpliv koncentracije etanola na delovanje gorivne celice. Ugotovili smo, da pri višjih koncentracijah raztopine etanola na elektrodah izmerimo višjo napetost in večji tok. Povečana koncentracija tudi vpliva na to, kako hitro na elektrodah nastane napetost 1 V in steče tok 10 mA. Čas se s povečevanjem koncentracije zmanjšuje, a se hkrati tudi razlike v času zmanjšujejo. Koncentracija raztopine etanola pa na zmanjševanje napetosti na elektrodah po več zaporednih porabah nima večjega vpliva.

1 Uvod

1.1 Teoretske osnove

Potreba po shranjevanju električne energije se s porastom števila prenosnih elektronskih naprav stalno povečuje. Po predvidevanjih bo naslednja generacija naprav za shranjevanje električne energije, kot so gorivne celice, zagotovila daljše delovanje elektronskih naprav kot baterije, ki jih danes najpogosteje uporabljamo. Gorivne celice pretvarjajo gorivo v električno energijo. Do zdaj je bila večina mednarodnih raziskav usmerjena v gorivne celice, pri katerih se kot tekoče gorivo uporablja metanol. Tovrstne gorivne celice se imenujejo »Direct Methanol Fuel Cells« ali kratko DMFC. Zadnjih deset let so tovrstne raziskave pritegnile pozornost mnogih podjetij in raziskovalnih organizacij po celem svetu, ki se ukvarjajo z aplikacijo tehnologije gorivnih celic, kot vira energije, v izdelke za množično potrošnjo. Raziskave pa so pokazale tudi, da je čistejša in bolj ekonomična rešitev tehnologija gorivnih celic, ki uporabljajo etanol namesto metanola. To so t.i. »Direct Ethanol Fuel Cells« ali krajše DEFC, ki za razliko od DMFC ne uporabljajo korozivnih goriv.

V primerjavi z napravami, ki energijo pridobivajo z zgorevanjem etanola, DEFC pretvarjajo kemično energijo etanola v elektriko, pri čemer se etanol počasi oksidira do etanojske kisline. Etanol je gorivo, ki je primernejše za splošno uporabo. Ima večjo energijsko gostoto (8,0 kWh/kg) kot metanol (6,1 kWh/kg). Najpomembnejše dejstvo pa je, da je nestrupen, dolgotrajno obstojen, odporen na delovanje bakterij in se lahko uporablja kot alternativa današnjim alkalnim baterijam, ki so glavni vir onesnaženja okolja s kadmijem in živim srebrom. (Skupina avtorjev, 2008)⁵



Slika 1: Preprosta shema gorivne celice. (vir: *Gorivne celice z uporabo obnovljivih virov energije, 2004*)

1.1.1 O bioenergiji

Bioenergija je energija, ki izvira iz biomase. Biomasa je običajno definirana kot material, ki izvira iz nedavno živečih organizmov ali njihovih metaboličnih stranskih proizvodov. Biogoriva so lahko na splošno definirana kot vnetljiva goriva, proizvedena iz biomase v trdni, tekoči ali plinasti obliki in izvirajo iz nedavno mrtvega biološkega materiala, predvsem iz rastlin. Po tem se ločijo od fosilnih goriv, ki izvirajo iz dolgo mrtvega materiala. Biogoriva so na splošno v obliki alkoholov, estrov, etrov in ostalih kemičnih produktov predelave biomase. Rezultati bioenergijskih raziskav so pripeljali do novega načina pridobivanja energije z uporabo majhnih količin biogoriva, v zmesi z vodo, brez izgorevanja in sicer z uporabo nove energijske pretvorne naprave imenovane etanolna gorivna celica. (Skupina avtorjev, 2008)⁵

⁵ Skupina avtorjev. Bioenergie-Entdeckung Set, Benutzerhandbuch. Horizon, 2008, str. 26.

1.1.2 Kaj je etanol?

V vsakdanjem pogovoru etanol pogosto imenujemo kar alkohol. Je primarni alkohol z molekularno formulo C_2H_5OH . Nastaja iz glukoze. Proces se imenuje alkoholno vrenje ali fermentacija. Pospešujejo ga encimi gliv kvasovk. Etanol, ki nastaja pri alkoholnem vrenju, pri določeni koncentraciji uniči kvasovke, zato se alkoholno vrenje ustavi. (Glažar in drugi, 2003)¹ Fermentacija sladkorja v etanol je verjetno prva organska reakcija znana človeštvu. V sodobnem času etanol za industrijsko uporabo pridobivamo iz bioproductov petrolejske rafinerije. Etanol uporabljamo kot topilo v proizvodnji izdelkov, kot so dišave, barvila in zdravila.

1.1.3 Uporaba celuloznega etanola

Skelet vseh rastlin je sestavljen iz celuloze, ki je težko razgradljiva. Večina sončne energije je zbrane v rastlinah in shranjena v celulozi. Celuloze je v naravi veliko. Alkohol iz celuloze je čist. Med procesom proizvodnje porabimo malo energije. Če bi lahko iz celuloze, ki je naravno energijsko bogata, a ni užitna, pridobili etanol, potem bi lahko bilo možno proizvesti obnovljivo, čisto biogorivo za industrijsko in potrošniško uporabo.

Navadni surovi materiali za pridobivanje etanola iz celuloze so: steblo, lubje in vlakna rastlin, ki jih ljudje ne jemo. Pridobivanje etanola iz virov hrane, kot je kuzuza, ni učinkovita metoda pridobivanja alkohola in lahko potencialno zmanjša količino zemlje uporabne za pridobivanje hrane in vpliva na ceno žitnih izdelkov.

Poznamo več učinkovitih metod za pridobivanje etanola iz rastlin, ki lahko zrastejo na obrobju kmetijskih površin. Največ raziskav je na splošno osredotočenih v uporabo nekaterih vrst trav, ki rastejo zelo hitro, vsebujejo visoke količine celuloze ter lahko zrastejo na obrobjih površinah, kar ne bo negativno vplivalo na pridelavo hrane. Kot pomembno dejstvo, raziskava namiguje, da je pri fermentaciji ob uporabi trav za pridobivanje etanola, energetska izkoriščenost 54%, ob uporabi kuzuze pa le 24%. (Skupina avtorjev, 2008)⁵

1.1.4 Gorivne celice z uporabo obnovljivih virov energije

Čeprav so gorivne celice znane že od leta 1839, je bilo potrebnih 120 let, da je NASA demonstrirala nekaj potencialnih možnosti za preskrbo z električno energijo med poletom v vesolje. Zaradi tega uspeha je v šestdesetih letih industrija začela spoznavati tržen potencial gorivnih celic, vendar so bili soočeni s tehnološkimi ovirami in visokimi investicijskimi stroški; z gospodarskega vidika gorivne celice niso bile konkurenčne v proizvodnji električne energije takratnim energetskim tehnologijam. Zato so od takrat aktivnosti na tem področju zelo intenzivne in kot rezultat tega sedaj stotine podjetij po svetu deluje na izdelavi takih gorivnih celic, da bodo konkurenčne ostalim tehnologijam. (Skupina avtorjev, 2004)⁶

¹ Glažar, A. et al.: Kemija danes 2, DZS, Ljubljana, 2003, str. 26.

⁵ Skupina avtorjev: Bioenergie-Entdeckung Set, Benutzerhandbuch. Horizon, 2008, str. 27 – 28.

⁶ Skupina avtorjev: Gorivne celice z uporabo obnovljivih virov energije, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana 2004, str. 1.

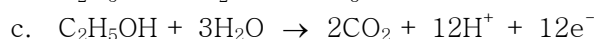
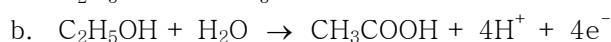
1.1.5. Osnove delovanja gorivne celice

Gorivna celica je naprava za elektrokemično pretvorbo energije, iz katere pridobivamo električno energijo, vodo in toploto, ob vložku goriva in kisika iz zraka. Če je kot gorivo uporabljen vodik, je edina emisija ki nastane, voda. V načelu gorivna celica deluje kot baterija – z elektrokemično reakcijo vodika in kisika se kemična energija pretvori v električno energijo. Za razliko od baterije, pa se gorivna celica ne "ustavi" in ne zahteva ponovnega polnjenja – električno energijo in toploto proizvaja, dokler se ji dovaja gorivo.

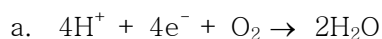
Etanol vodimo do anode. Tam proces odstrani vodikove elektrone iz atomov vodika in jih pretvori v pozitivno nabite vodikove ione. Pozitivno nabiti vodikovi ioni potujejo skozi elektrolit do druge elektrode, ki se imenuje katoda. Medtem se negativno nabiti elektroni, ki ne morejo "potovati" skozi elektrolit, premaknejo do katode po zunanji poti, s čimer proizvajajo električni tok. Elektroni pri katodi se ponovno združijo s svojimi ioni in s kisikom iz zraka proizvajajo vodo. Pri tem nastane še toplota, ki jo lahko koristno uporabimo. Napetost iz ene same celice je približno 0,7 voltov. V večini primerov so zahtevane veliko večje napetosti kot je ta, npr. učinkovit električni motor deluje pri 200–300 voltov, torej zahtevano napetost dosežemo z zaporedno vezavo posameznih celic. To pomeni, da se napetost poveča za 0,7 voltov krat število celic. (Skupina avtorjev 2004)³

Mehanizem reakcije je naslednji:

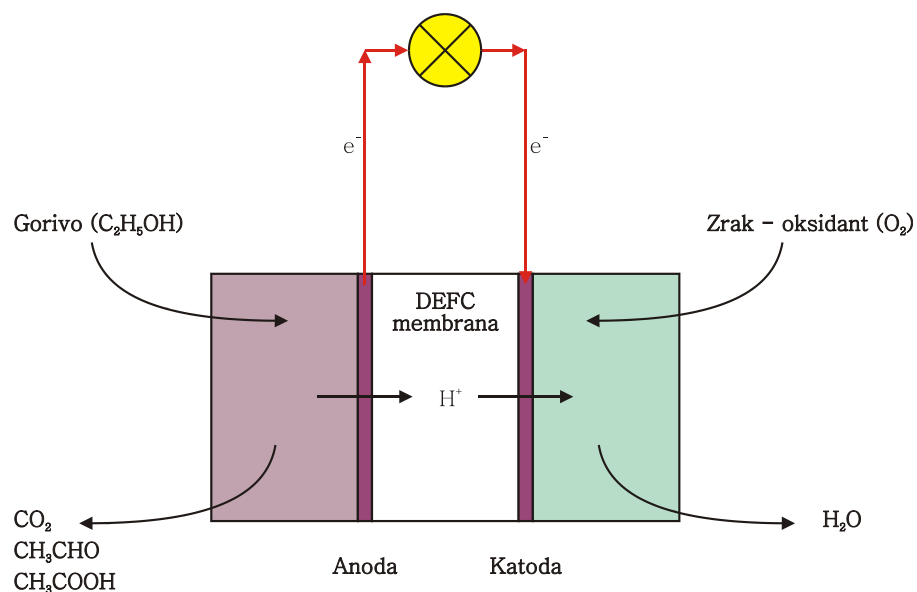
1. Anoda:



2. Katoda:



Med reakcijo del etanola popolnoma oksidira v ogljikov dioksid, del pa nepopolno v etanal in etanojsko kislino. (Skupina avtorjev 2008)⁵



Slika 2: Shema delovanja gorivne celice na etanol. (prirejeno po Bioenergie-Entdeckung Set, Benutzerhandbuch 2008)

³ Skupina avtorjev: Gorivne celice z uporabo obnovljivih virov energije, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana 2004, str. 2

⁵ Skupina avtorjev: Bioenergie-Entdeckung Set, Benutzerhandbuch. Horizon, 2008, str. 31 – 32.

1.2 Opis raziskovalnega problema

Ker slabo poznamo tehnologijo gorivnih celic, smo pozornost posvetili samo vplivu koncentracije etanola na delovanje gorivne celice – torej na napetost in tok, ki nastaneta med katodo in anodo. Zanimali so nas odgovori na naslednja vprašanja:

1. Kako koncentracija etanola vpliva na najvišjo napetost med elektrodama?
2. Kako koncentracija etanola vpliva na to, kako dolgo v gorivni celici, po prenehanju dovajanja etanola, še nastaja električna energija?
3. Kako koncentracija etanola vpliva na čas od pričetka dovajanja raztopine etanola do trenutka, ko na elektrodah izmerimo napetost 1 V?
4. Kako koncentracija etanola vpliva na čas od pričetka dovajanja etanola do trenutka, ko med elektrodama začne teči tok 10 mA?
5. Kako koncentracija etanola vpliva na višino napetosti po več zaporednih vklopih električnega porabnika?

1.3 Hipoteze

Na osnovi raziskovalnih vprašanj smo postavili naslednje hipoteze:

1. Z naraščanjem koncentracije etanola raste tudi najvišja napetost med elektrodama.
2. Z naraščanjem koncentracije etanola se čas, da v gorivni celici preneha nastajati električna energija, daljša.
3. Pri višjih koncentracijah etanola na elektrodah prej izmerimo napetost 1 V, kot pri nižjih.
4. Pri višjih koncentracijah etanola med elektrodama prej začne teči tok 10 mA, kot pri nižjih.
5. Pri višjih koncentracijah etanola, napetost po zaporednih porabah, manj pada, kot pri nižjih.

1.4 Raziskovalne metode

1.4.1 Delo z viri

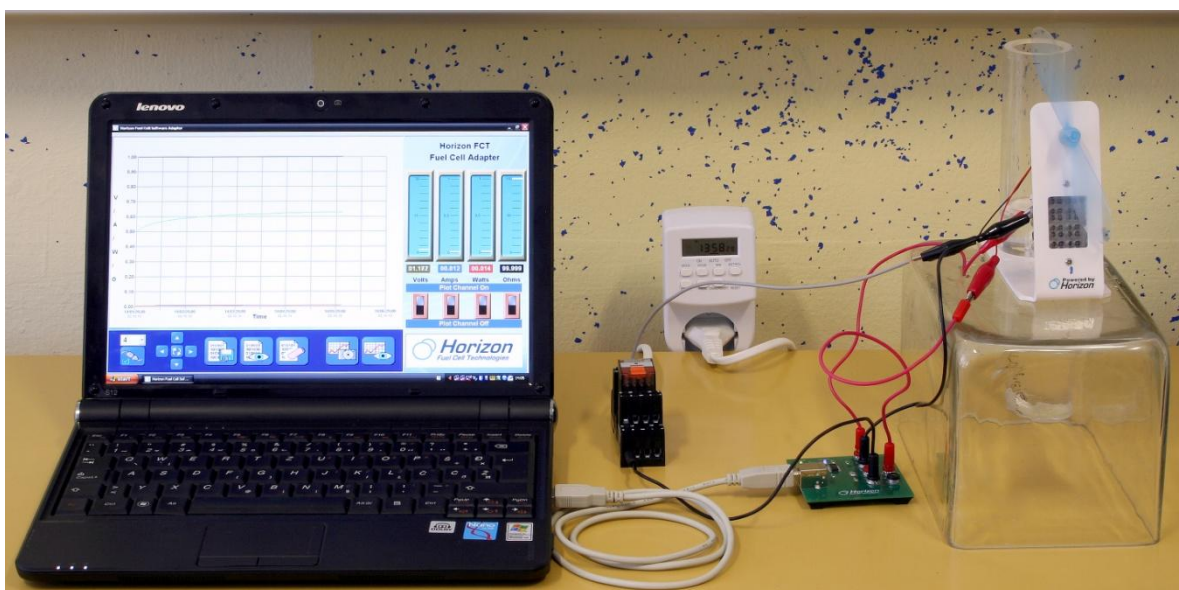
Najprej smo pregledali obstoječe vire v zvezi s problematiko, ki smo jo raziskovali. Za osnovo so nam služila navodila za uporabo gorivne celice. Viri na to temo so predvsem elektronski.

1.4.2 Izdelava aparature

Na internetu smo kupili model etanolne gorivne celice z dodanim elektromotorčkom, na katerega je bila nameščena vetrnica. Prav tako smo na internetu kupili senzor za merjenje električne napetosti in električnega toka, ki omogoča povezavo z računalnikom. Gorivno celico smo preko časovnega releja priklopili na senzor, na katerega smo priključili tudi elektromotorček kot primer električnega porabnika. Senzor smo preko USB-kabla priključili na prenosni računalnik in s priloženo programsko opremo izvajali ter shranjevali meritve električne napetosti in toka.



Slika 3: Model gorivne celice z dodatnim elektromotorčkom, ki smo ga uporabljali pri izvedbi poskusov.



Slika 4: Aparatura za izvajanje meritev

1.4.3 Priprava raztopin

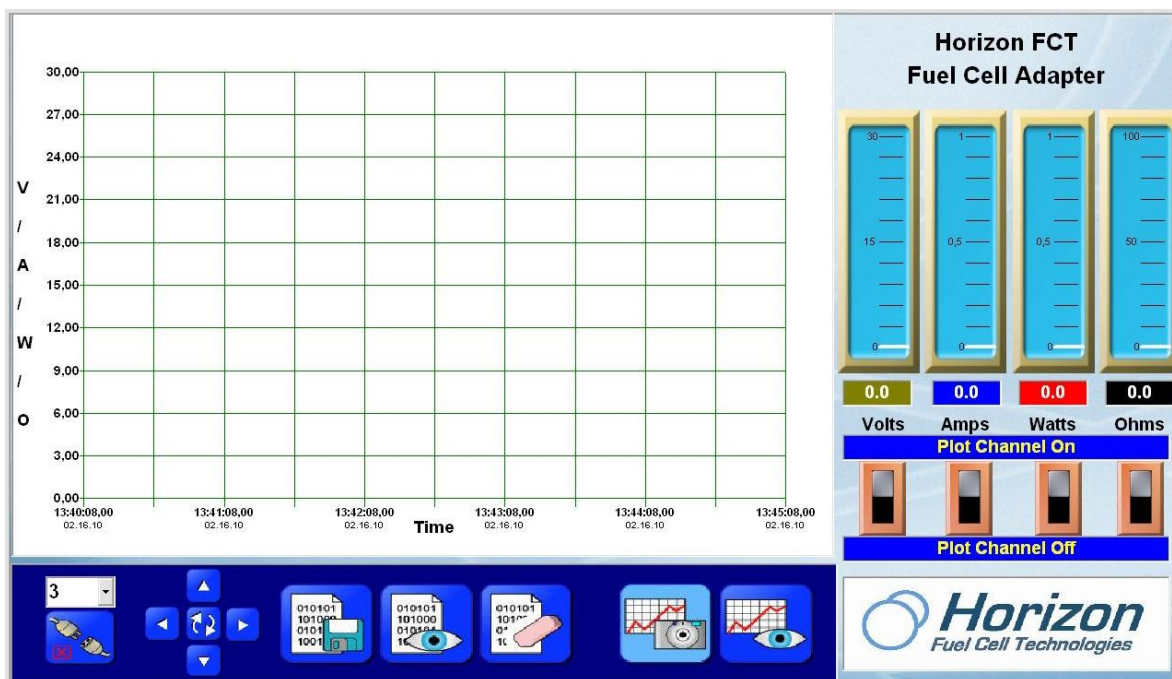
Osnova za pripravo vodnih raztopin etanola je bil 96% etanol, proizvajalca Sigma-Aldrich. Pripravili smo 100 mL raztopin z odstotnimi koncentracijami:

- 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 5%, 7%, 8%, 9% ter 10%

Do uporabe smo raztopine hranili v 100 mL merilnih bučkah, zaprtih s steklenim zamaškom z obrusom. Raztopine smo pripravljali sproti, en dan pred izvajanjem meritev.

1.4.4 Izvajanje meritev

Meritve smo izvajali vsak dan. Pognali smo računalniški program za merjenje in zapisovanje podatkov, nato pa v rezervoar gorivne celice nalili 50 mL raztopine etanola in pustili, da je vsa iztekla. To pomeni, da smo vedno testirali samo tisto majhno količino raztopine, ki je ostala v celici. Časovni rele smo nastavili tako, da je vedno ob istem času vklapljal in izklapljal elektromotorček. Najprej ga je vklopil eno uro po pričetku meritev, nato pa vsake pol ure in sicer sedemkrat. Motorček je bil vsakič vključen natanko 5 minut. Računalniški program pa je vsako sekundo trikrat izmeril električni tok in napetost na izhodu gorivne celice in tako zasledoval njuno nihanje. Po končanem pouku smo skozi gorivno celico pretočili 2 x 100 mL destilirane vode in jo nato izpihali, da smo iz nje odstranili še zadnje sledove raztopine etanola. Elektromotorček smo pustili priključen do naslednjega jutra tako, da ni bilo na izhodu celice zaznati napetosti. Na tak način smo izvedli meritve za vsako koncentracijo raztopine etanola posebej. Vse meritve so bile shranjene v obliki excelove tabele, kjer smo jih lahko uporabili za izdelavo grafikonov.



Slika 5: Delovno okno računalniškega programa za izvajanje meritev električnega toka in napetosti

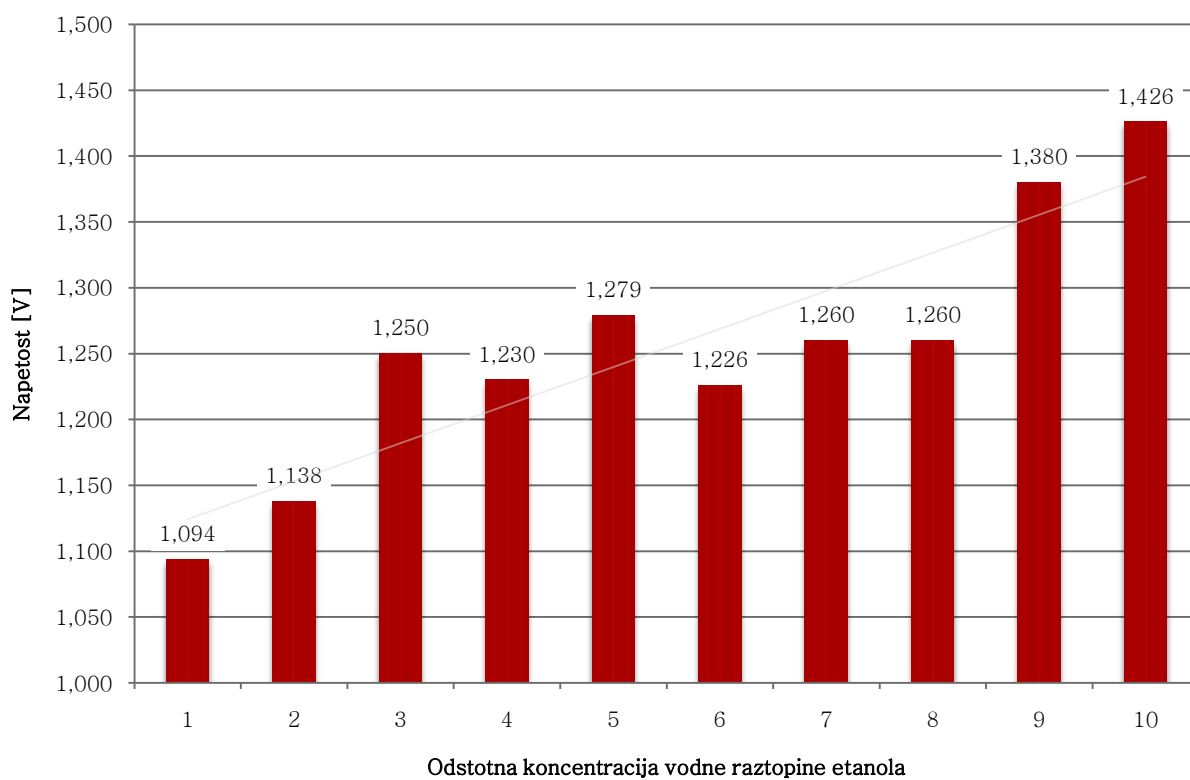
1.4.5 Priprava pisnega poročila

Podatke, ki smo jih pridobili z meritvami, smo uredili s programom Excel 2007, s katerim smo tudi narisali vse grafikone. Vse fotografije so izdelane z digitalnim fotoaparatom Canon EOS350D in objektivom Canon 18-55, brez uporabe bliskavice. Obdelane so s programom Adobe Photoshop Elements 2.0. Shema delovanja gorivne celice je izdelana s programom Corel Draw 9.0. Končno poročilo je izdelano s programom Word 2007.

2 Osrednji del

2.1 Predstavitev raziskovalnih rezultatov

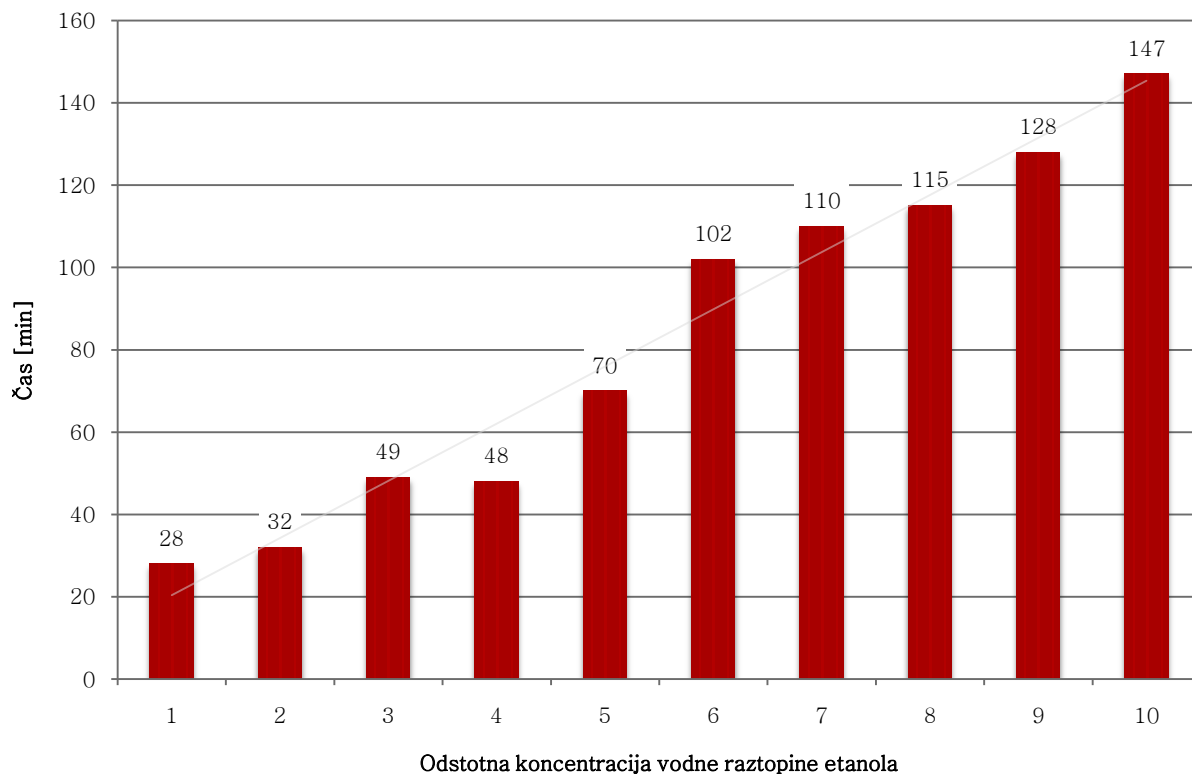
2.1.1 Vpliv koncentracije etanola na največjo napetost med elektrodama



Grafikon 1: Vpliv koncentracije etanola na največjo napetost med elektrodama

Iz grafikona je razvidno, da v splošnem, z večanjem koncentracije vodne raztopine etanola, narašča največja napetost, ki jo lahko izmerimo na elektrodah gorivne celice.

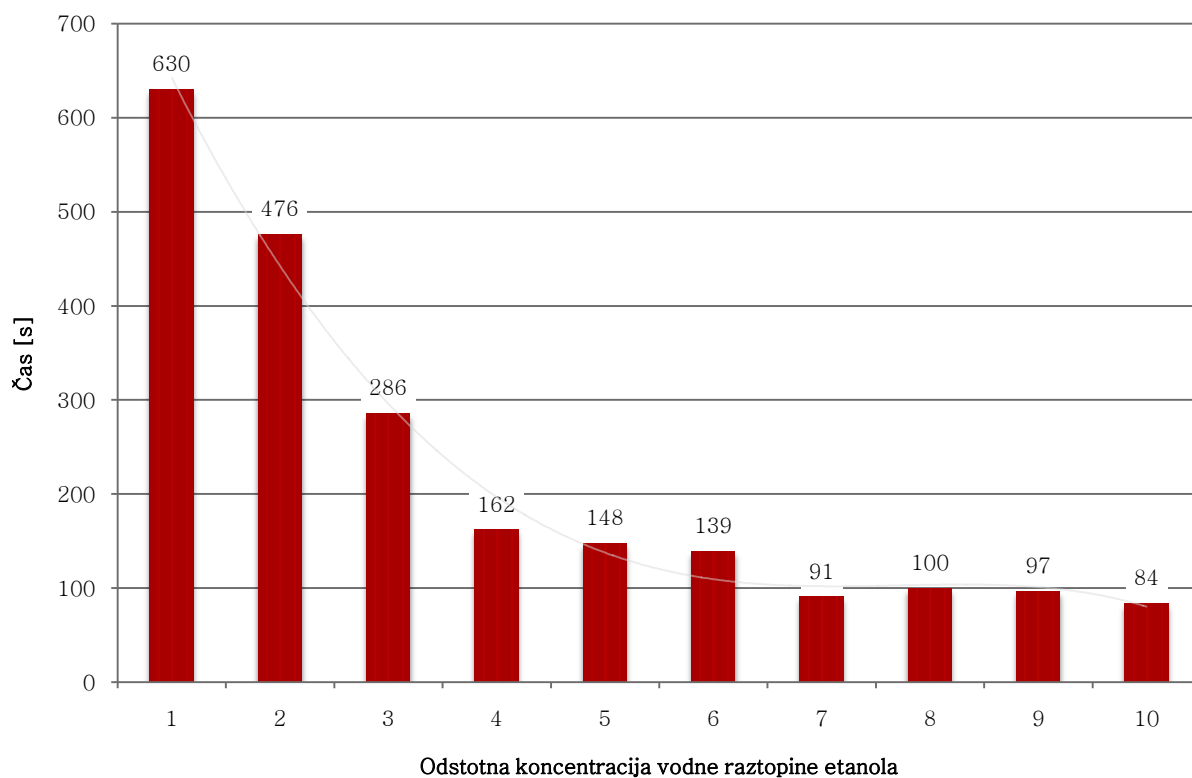
2.1.2 Vpliv koncentracije etanola na čas, da v gorivni celici, po prenehanju dovajanja raztopine etanola, preneha nastajati električni tok



Grafikon 2: Vpliv koncentracije etanola na čas, da v gorivni celici, po prenehanju dovajanja raztopine etanola, preneha nastajati električni tok

Kriterij, ki smo ga določili kot trenutek, ko v gorivni celici električni tok več ne nastaja je bil, da mora izmerjena napetost na elektrodah pasti na 0 V. Iz grafikona je razvidno, da čas, ki je potreben, da v gorivni celici potem, ko smo jo sprali z vodo in izsušili, preneha nastajati električni tok in napetost pade na 0 V, strmo narašča. Pri petkratnem povečanju koncentracije se čas podaljša približno 2,5 krat, pri desetkratnem povečanju koncentracije pa se ta čas podaljša približno 5 krat.

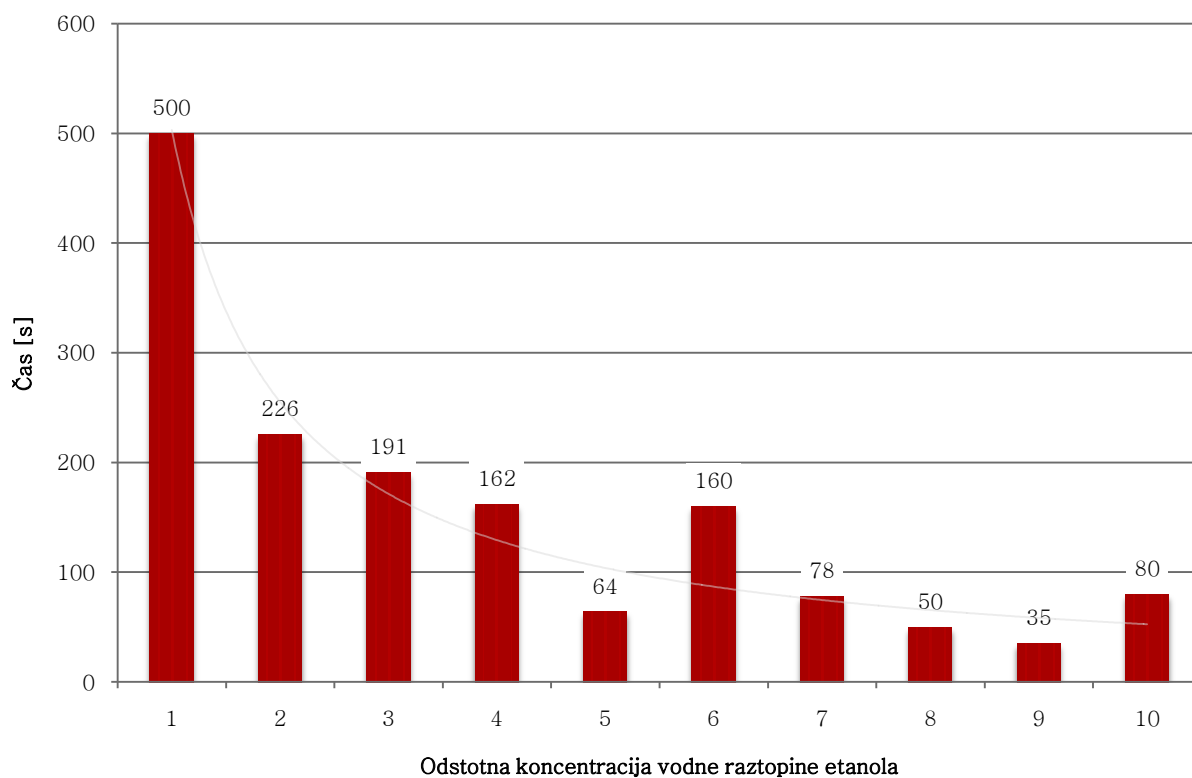
2.1.3 Vpliv koncentracije etanola na čas, potreben, da na elektrodah gorivne celice izmerimo napetost 1 V



Grafikon 3: Vpliv koncentracije etanola na čas, potreben, da na elektrodah gorivne celice izmerimo napetost 1 V

Iz grafikona je razvidno, da napetost med elektrodama gorivne celice pri višjih koncentracijah raztopine etanola prej doseže napetost 1 V. S koncentracije 1% do koncentracije 4% ta čas strmo upade za 468 sekund, nato pa do koncentracije 7% upade še za 71 sekund, kasneje, do koncentracije 10% pa se čas ne spreminja več veliko.

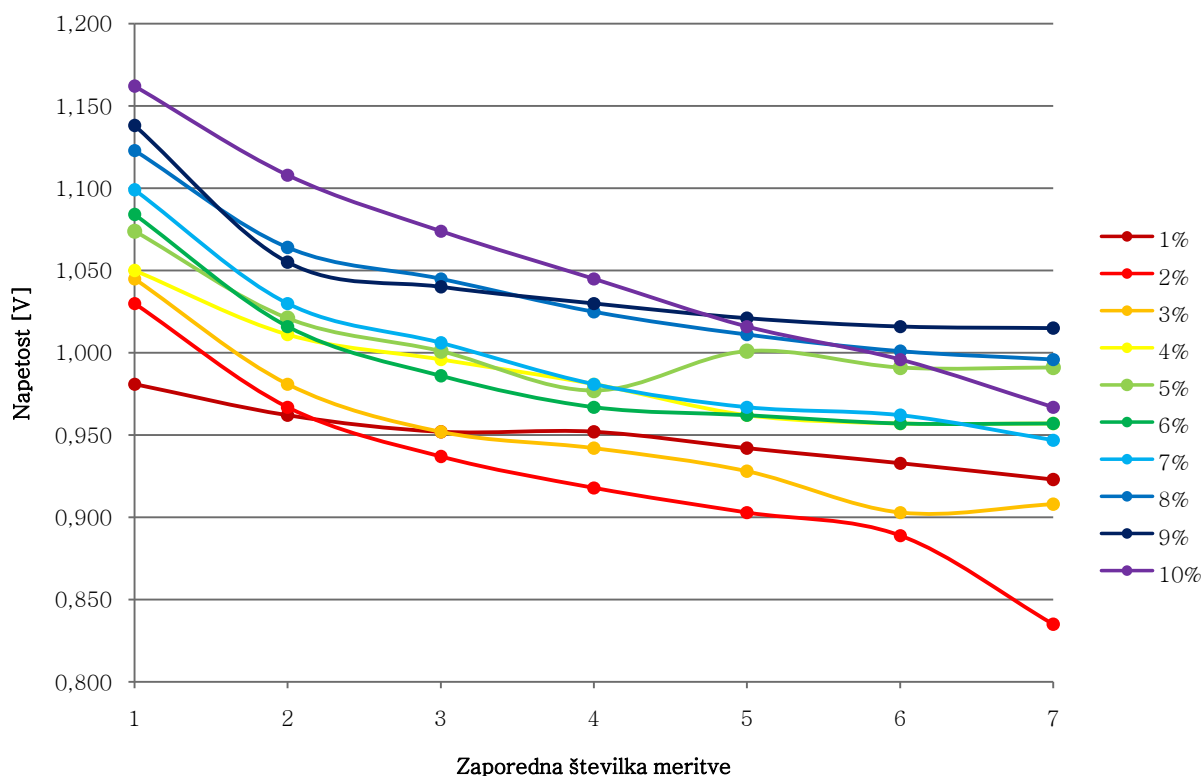
2.1.4 Vpliv koncentracije etanola na čas, potreben, da med elektrodama začne teči tok 10 mA



Grafikon 4: Vpliv koncentracije etanola na čas, potreben, da med elektrodama začne teči tok 10 mA

Iz grafikona je razvidno, da na splošno velja, da pri višjih koncentracijah etanola med elektrodama gorivne celice prej začne teči tok 10 mA. Do odstopanja je prišlo pri 5% in 10% raztopini.

2.1.5 Vpliv koncentracije etanola na višino napetosti po več zaporednih porabah

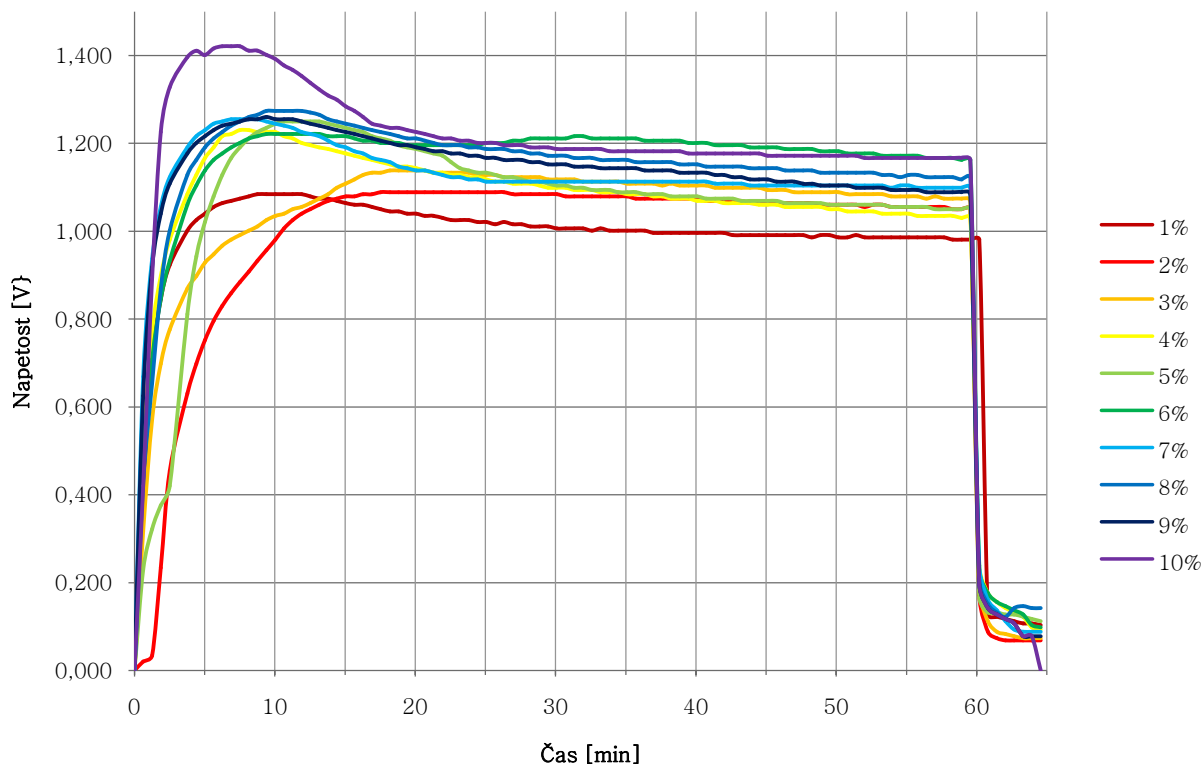


Grafikon 5: Vpliv koncentracije etanola na višino napetosti pred vklopom elektromotorčka

Iz grafikona je razvidnih več podatkov. Pri višjih koncentracijah etanola so tudi začetne napetosti pred vklopom elektromotorčka večje. Tudi padci napetosti po vsakem vklopu upadajo s podobnim trendom. Končne napetosti so pri vseh raztopinah nižje od začetnih, a vse ne sledijo koncentracijam etanola. Anomalije se pojavljajo predvsem pri 1%, 3%, 7% in 10% raztopini.

Zaradi narave podatkov bi v tem primeru morali uporabiti stolpčni grafikon, a smo se zaradi preglednosti odločili za linijskega.

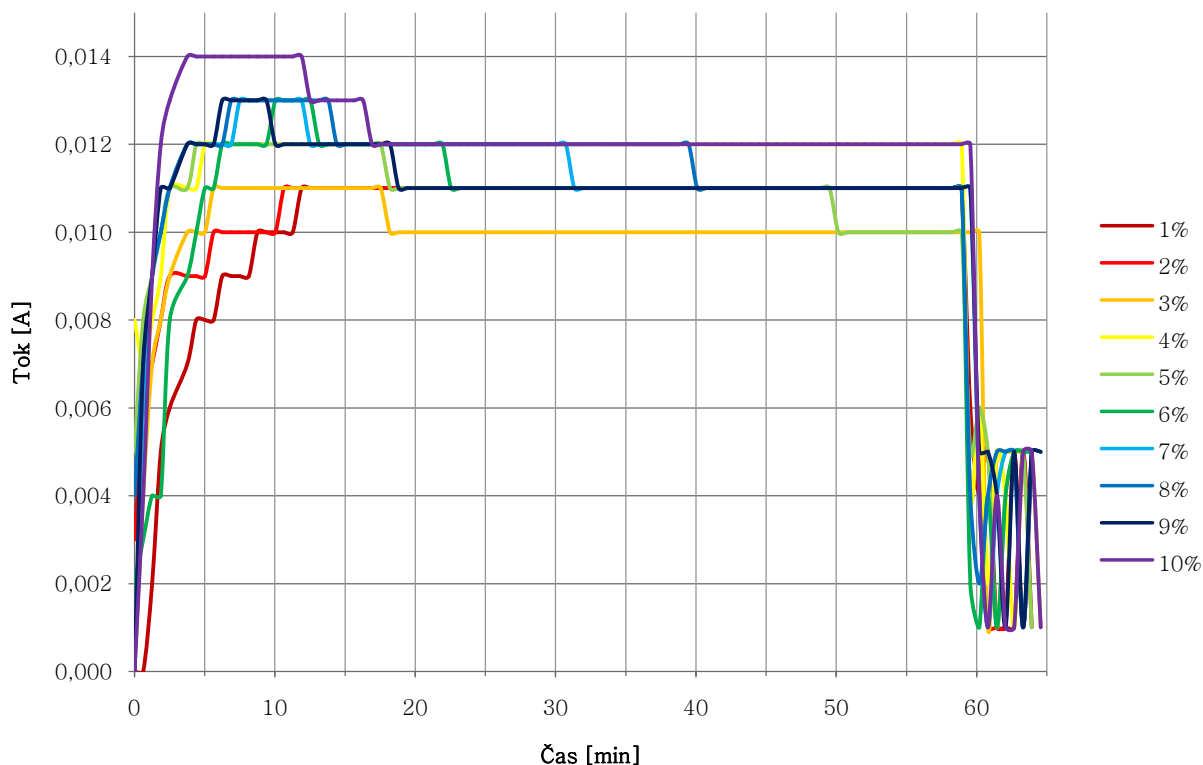
2.1.6 Spreminjanje napetosti na elektrodah gorivne celice v prvi uri po začetku delovanja



Grafikon 6: Spreminjanje napetosti na elektrodah gorivne celice v prvi uri po začetku delovanja

Iz grafikona je razvidno, da pri koncentracijah od 1% do 3% napetost najprej strmo narašča nekje do približno 1,1 V. Pri višjih koncentracijah pa napetost še bolj naraste, a nato pade in se po približno 10 minutah ustali med 1,1 in 1,2 V. Večja, kot je koncentracija, večji skok napetosti zabeležimo na izhodu iz gorivne celice. Po 10 minutah napetost do 60 minute pri vseh raztopinah, ne glede na koncentracijo etanola zelo počasi upada z enakim trendom. Po vklopu elektromotorčka pri 60 minutah napetost strmo pade pri vseh raztopinah, ne glede na koncentracijo. Elektromotorček se neha vrteti, ko napetost pade pod 0,8 V.

2.1.7 Spreminjanje toka na elektrodah gorivne celice v prvi uri po začetku delovanja



Grafikon 7: Spreminjanje toka na elektrodah gorivne celice v prvi uri po začetku delovanja

Kot je razvidno iz grafikona, tok v prvih 10 minutah strmo naraste in se pri koncentracijah 1%, 2%, 3% ustali med 0,010 A in 0,011 A. Pri večjih koncentracijah pa tok naraste preko 0,012 A, nato pa pade in se ustali med 0,010 A in 0,012 A. Tudi med 10 in 60 minutami opazimo rahlo upadanje, ne glede na koncentracijo etanola. Kljub temu, da je iz grafa razvidno, da se tok spreminja stopničasto temu verjetno ni tako, pač pa je to posledica tega, da je tok na izhodu iz celice zelo majhen, naš senzor pa zaznava le tok do stotine ampera natančno. Če bi lahko merili še bolj natančno, bi verjetno dobili podobne krivulje kot v grafikonu 6.

2.2 Diskusija

Človeštvo se že kar nekaj let, skoraj tri desetletja, ukvarja s problemi, ki zadevajo naše okolje oziroma naravo, ki smo jo s svojim načinom življenja že dodobra načeli.

Predvsem je opazen pojav »tople grede«. Gre za globalno segrevanje planeta Zemlja in njegove atmosfere. To je posledica plinov, ki jih vsakodnevno izpuščamo v ozračje. Med največje »proizvajalce« takšnih snovi nedvomno štejejo vozila z motorji z notranjim izgorevanjem (bencinski in dizelski motorji), ki jih uporabljamo v najrazličnejše namene.

Pri teh motorjih v valjih izgoreva mešanica zraka in pogonskega goriva. Posledice takega delovanja so izpušni plini, ki pa vsebujejo ogromno škodljivih spojin, kot so ogljikov monoksid, žveplo, ogljikov dioksid ter mnogi drugi plini.

Te težave delno odpravljajo katalizatorji, ki so nameščeni na vseh sodobnejših vozilih, vendar je to le delna in predvsem začasna rešitev, saj je potrebno odslužene katalizatorje nekako uničiti. Pri takem uničevanju pa se pojavi nevarnost, da bi vse snovi, ki so ostale v katalizatorjih v obdobju njihovega delovanja, prišle v naravno okolje. Smo s tem res kaj dosegli? Nekaj že, trajne rešitve pa nikakor ne.

Ravno zaradi teh problemov se človeštvo že nekaj časa ukvarja z raziskavo alternativnih načinov pogona, s tem pa tudi alternativnih goriv, ki pa naj bi bila čim bolj čista, zanesljiva in varna. Skratka, gorivo naj bo kar se da prizanesljivo do narave, shranjevanje in uporaba naj bosta kar se da varni in enostavni, ob enem pa naj omogoča takšno gorivo ekonomsko sprejemljivo rešitev. (Mejrič, 2004)³

Izkoristek je pri gorivnih celicah bistveno večji, kot pri motorjih na notranje izgorevanje. Trenutno tehnologija proizvodnje gorivnih celic še ni na dovolj visoki stopnji, da bi se električni avtomobili lahko v ekonomskem in tehničnem smislu enakovredno kosali z običajnimi. Glavna ovira so dragi materiali in zahtevni postopki obdelave ter težave s shranjevanjem in distribucijo goriva. Z razvojem masovne proizvodnje bi ekonomsko gledano, električna vozila že lahko konkurirala običajnim, ki so dolgoročno gledano, zaradi omejenosti fosilnih virov energije, precej neperspektivna. (Lampič, 2003)².

Zaradi tega smo v naši raziskovalni nalogi raziskovali delovanje gorivne celice, ki kot gorivo uporablja etanol. Zanimal nas je predvsem vpliv koncentracije vodne raztopine etanola na višino toka in napetosti, ki ju lahko izmerimo na elektrodah gorivne celice. V zvezi s tem smo postavili pet hipotez.

V prvi smo napovedali, da z naraščanjem koncentracije vodne raztopine etanola raste tudi najvišja napetost, ki jo lahko izmerimo na elektrodah. To hipotezo lahko potrdimo. Kot je razvidno iz grafikona 1, največja napetost, ki jo izmerimo na elektrodah, linearno raste s povečevanjem koncentracije vodne raztopine etanola. Podobno sliko lahko razberemo tudi iz grafikona 6. Tudi skupina avtorjev (2006)⁷, ki je izvajala meritve napetosti vodikove gorivne celice, je ugotovila, da je napetost odvisna od prostornine vodika, ki ga vpihamo v gorivno celico. Tudi pri njihovih meritvah je zaznati linearno odvisnost med napetostjo in prostornino goriva. V primeru naše gorivne celice koncentracija raztopine etanola ne sme preseči 15 %. Kot navajajo avtorji navodil za uporabo (Skupina avtorjev, 2008)⁵ lahko v tem primeru pride do okvare gorivne celice. Molekule etanola zaradi višje koncentracije začnejo prehajati skozi polimerno membrano, kar ustavi proces nastajanja električne energije.

³ Mejrič, D.: Vrste goriv in alternativnih pogonov, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko – Inštitut za robotiko, Maribor 2004, str. 1.

² Lampič, G.: Delovanje gorivnih celic in njihova uporaba v industriji, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Ljubljana 2003, str. 1.

⁷ Skupina avtorjev: Delovanje in karakteristike sončnega modula, elektrolitskega reaktorja in polimerne gorivne celice, Navodila za vaje, Fakulteta za strojništvo – laboratorij za termoenergetiko, Ljubljana 2006, str. 18.

⁵ Skupina avtorjev: Bioenergie-Entdeckung Set, Benutzerhandbuch, Horizon, 2008, str. 36.

V drugi hipotezi trdimo, da se čas nastajanja električne energije, po prenehanju dovajanja raztopine etanola, s povečevanjem koncentracije raztopine etanola, daljša. Tudi to hipotezo lahko potrdimo. Kot je razvidno iz grafikona 2, se čas nastajanja električne energije po prenehanju dovajanja goriva daljša z večanjem koncentracije raztopine etanola. Zaznati je linarno odvisnost časa od koncentracije. Razlog je verjetno v tem, da po prenehanju dovajanja etanola, vodikovi protoni, ki so ostali v celici še naprej prehajajo skozi membrano, kar ima za posledico nastajanje električne energije.

Tretja hipoteza pravi, da pri višjih koncentracijah etanola na elektrodah, po pričetku dovajanja etanola, prej izmerimo napetost 1 V. To hipotezo lahko potrdimo, čeprav so s povečevanjem koncentracije etanola nad 4% te razlike v času vsakič manjše. Razlog tiči v tem, da je sposobnost katalizatorja, ki omogoča prehod vodikovih ionov skozi membrano, omejena. To lahko primerjamo s preходом velikega števila ljudi skozi ozka vrata. Pretok ljudi je odvisen od širine vrat in ne od števila ljudi. (Skupina avtorjev, 2008)⁵

V četrti hipotezi smo napovedali, da pri višjih koncentracijah etanola med elektrodama po začetku dovajanja etanola prej steče tok 10 mA. To hipotezo lahko prav tako potrdimo, čeprav so s povečevanjem koncentracije te razlike vedno manjše, še bolj izrazite kot pri napetosti, saj opazno razliko zaznamo med 1% in 2% raztopino, kasneje, pa so te razlike precej manjše, kar je razvidno iz grafikona 4. Razlog za tak rezultat je enak kot v prejšnjem primeru.

V zadnji hipotezi smo napovedali, da pri višjih koncentracijah etanola, napetost po več zaporednih porabah manj pada kot pri nižjih. To hipotezo lahko ovržemo. Kot je razvidno iz grafikona 5, napetosti upadajo približno s enakim tempom, ne glede na koncentracijo etanola, ki ga dovajamo v gorivno celico.

⁵ Skupina avtorjev: Bioenergie-Entdeckung Set, Benutzerhandbuch. Horizon, 2008, str. 43.

3 Zaključek

V naši raziskovalni nalogi smo raziskovali vpliv koncentracije etanola na delovanje gorivne celice. Idejo smo dobili v modelu ventilatorja, ki ga poganja električna energija, pridobljena iz raztopine etanola v priloženi gorivni celici. Ta model smo našli na internetu. Kaj kmalu smo naleteli na težave, saj naš model ni deloval po pričakovanjih. Ali ga nismo mogli usposobiti, ali pa so bili rezultati, ki smo jih najprej dobili, popolnoma nelogični. Po temeljiti preučitvi navodil in dodatne literature smo lahko pričeli z meritvami in prišli do zanimivih rezultatov.

V skrbi za okolje, ki ga zaradi pridobivanja energije iz fosilnih goriv vedno bolj obremenjujemo s toplogrednimi plini ter težkimi kovinami iz baterij in akumulatorjev, se nam zdi, da so lahko gorivne celice primeren način pridobivanja bolj zelene energije.

4 Viri in literatura

4.1 Pisni viri

1. Glažar, S. et al.: Kemija danes 2, DZS, Ljubljana 2003.
2. Lampič, G.: Delovanje gorivnih celic in njihova uporaba v industriji, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Ljubljana 2003.
3. Mejrič, D.: Vrste goriv in alternativnih pogonov, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko – Inštitut za robotiko, Maribor 2004.
4. Palathinkal, J.: Direct Ethanol Fuel Cell Membrane Diffusion, University of South Florida, 2004.
5. Skupina avtorjev: Bioenergie-Entdeckung Set, Benutzerhandbuch, Horizon, 2008.
6. Skupina avtorjev: Gorivne celice z uporabo obnovljivih virov energije, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana 2004.
7. Skupina avtorjev: Delovanje in karakteristike sončnega modula, elektrolitskega reaktorja in polimerne gorivne celice, Fakulteta za strojništvo – laboratorij za termoenergetiko, Ljubljana 2006.
8. Šuper, D.: Tehnologija gorivnih celic, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Maribor 2008.

4.2 Spletni viri

9. Biopact: University of Offenburg demonstrates world's first 'Direct Ethanol Fuel Cell'. 2007. http://www.acta-nanotech.com/index.php?option=com_content&task=view&id=130&Itemid=66 (poskus dostopa 19. februar 2010).
10. Surovine.si – vaš svet surovin in energije. <http://www.surovine.si/etanol.php> (poskus dostopa 13. februar 2010).

4.3 Viri slik

- Slika 1: Skupina avtorjev: Gorivne celice z uporabo obnovljivih virov energije, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana 2004.
- Slika 2: Prevod in priredba avtorjev po Bioenergie-Entdeckung Set, Benutzerhandbuch, Horizon, 2008.

Ostale slike so delo avtoric in mentorja.