Elektrohidrodinamički pogon

Domagoj Smolić i Miho Hren (8. razred)

Mentor: Mario Pinc (mariopinc@gmail.com)

Pleškovec, 31.03.2014.

Osnovna škola Ivana Gorana Kovačića Sveti Juraj na Bregu
Pleškovec 31, 40311 Lopatinec

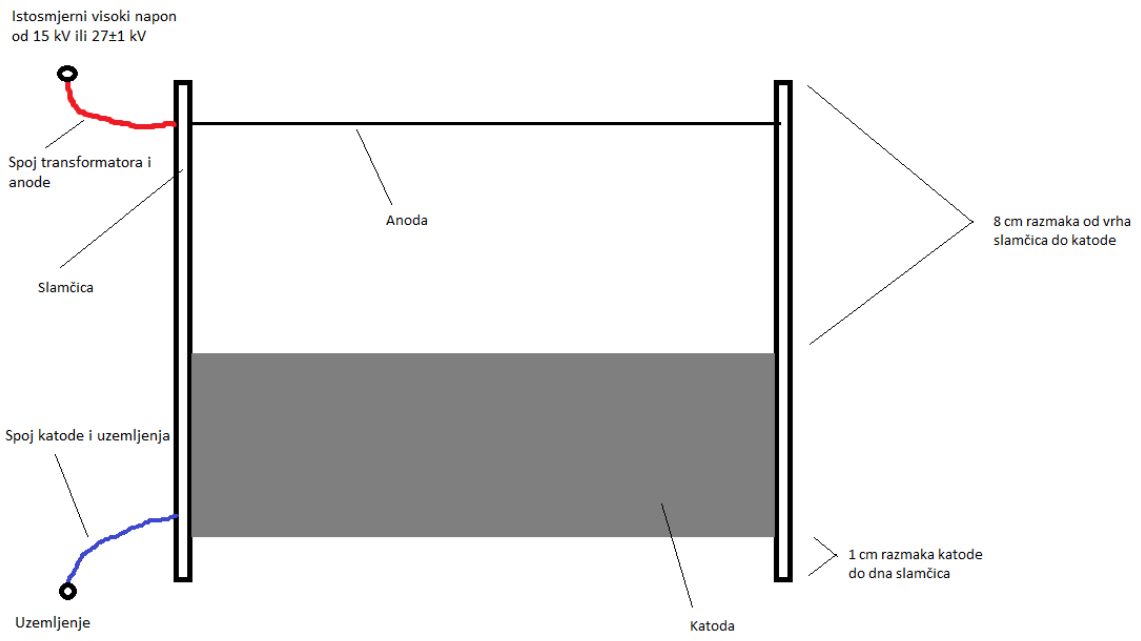
Sažetak

Elektrohidrodinamički pogon koristi istosmjerni visoki napon (iznad desetak kV) za ionizaciju zraka i ubrzavanje naboja prema eletrodama, pri čemu neutralne čestice zraka usporavaju ione i time omogućuju električnoj sili između iona i katode podizanje čitave letjelice. U ovom radu cilj je saznati koji fizikalni parametri utječu na jačinu sile potiska. U tu svrhu izrađen je niz različitih konstrukcija letjelica koje su spajane na izvor visokog napona iz televizora ili monitora. Mjerena je težina konstrukcije letjelice sa i bez priključenog napona, te promatran efekt pada težine u ovisnosti o debljini žice korištene kao anode, površini katode načinjene od lima ili aluminijske folije, udaljenosti između anode i katode, obliku (trokut, četverokut) i veličini (opsegu) konstrukcije. Dobiveni rezultati potvrdili su hipoteze da potisak otpada s razmakom anode od katode, da površina katode utječe na potisak i da potisak raste smanjivanjem promjera anode, te da oblik utječe na potisak. Nije se potvrdila hipoteza da se smanjenjem opsega konstrukcije potisak smanjuje.

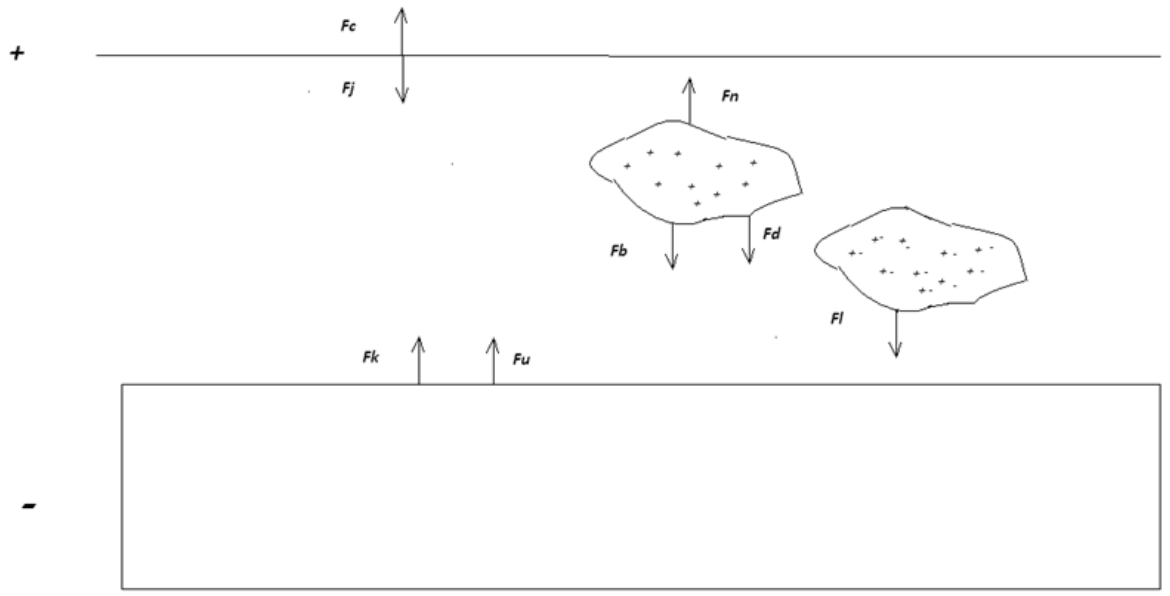
Opis teme

Elektrohidrodinamički pogon (EHDP) je jedan od novijih pogona otkriven u 20.st. koji nema pokretnih dijelova [1]. U posljednje vrijeme privlači pažnju stručnjaka jer je otkriveno da je energetski najefikasniji poznati pogon do sada [2], zato što mu je omjer uložene električne energije i dobivene mehaničke energije vrlo visok. EHDP je potencijalno interesantan kao prijevozni pogon budućnosti, ne samo zbog efikasnosti nego i zbog toga što ne zagađuje

okoliš. Radi na taj način da se tanka žica koristi kao anoda iznad katode od lima ili folije (slika 1) spojene na izvor istosmjernog visokog napona. Time se oko te tanke anode generira električno polje dovoljno jako da razdvoji elektrone iz molekula zraka, pri čemu nastaju elektroni i kationi (slika 2). Kako anoda privlači elektrone i oni imaju malenu masu u odnosu na molekule, do anode putuju jako velikom brzinom. Na njihovom putu sudare se s drugim molekulama zraka kojima sudarom izbiju elektron i tako stvore nove katione i elektrone. Kao rezultat toga dolazi do lančane reakcije ionizacije, zbog čega se veliki broj elektrona kreće prema anodi, a preostali kationi prema katodi, ali sporije zbog veće mase. Kationi se na putu do katode sudaraju s neutralnim molekulama zraka, pa time guraju neutralne molekule i pritom usporavaju. Rezultat tog usporavanja je privlačenje katode električnom silom od strane kationa, a to stvara potisak i let konstrukcije pogona (slika 2). Sam pogon sastoji se od konstrukcije i transformatora koji transformira struju iz gradske mreže (220 – 240 V, 50 – 60 Hz) u istosmjernu struju visokog napona (15 – 30 kV).U ovom radu želimo saznati koji fizikalni parametri imaju negativan, a koji pozitivan učinak na efikasnost EHDP-a.



Slika 1: Izgled konstrukcije i kako se ona spaja s transformatorom i uzemljenjem.



Slika 2 : Fc je sila kojom oblak iona odbija anodu. Fj je sila kojom katoda privlači anodu. Fk je sila kojom anoda privlači katodu. Fb je sila kojom anoda odbija oblak iona. Fn je sila kojom oblak neutralnog zraka usporava oblak kationa. Fu je sila kojom oblak iona privlači katodu. Fd je sila kojom katoda privlači oblak iona. Fl je sila kojom oblak iona gura oblak neutralnog zraka. Ako oblak neutralnih čestica zraka ne bi postojao, ne bi bilo sile Fn i zbog toga letjelica ne bi mogla letjeti. Također ne bi bilo sile Fl. Obje sile nastaju zbog sudaranja oblaka kationa s oblakom neutralnih čestica zraka. Sile jednake po iznosu, ali suprotnog smjera, su: Fj=Fk, Fc=Fb, Fn=Fl, Fu=Fd. (slika se temelji na objašnjenju iz [3])

Pretpostavke i hipoteze

Cilj ove radnje je testiranje svojstava EHDP-a. Ovaj pogon ima mnogo parametara koji se mogu varirati: debljina žice – anode, širina katode – folije ili lima,materijal od kojeg su građene anoda i katoda, udaljenost anode od katode, oblik konstrukcije, itd. Testirali smo niz parametara kako bismo vidjeli što djeluje pozitivno, a što negativno na let konstrukcije pogona. Tokom testiranja koristili smo napon od 15 kV ili 27±1 kV (greška dolazi od nesigurnosti u poznavanju točne vrijednosti napona na izlazu iz korištenog transformatora starog televizora). Testovi su se provodili u laboratoriju s približno kontroliranim uvjetima atmosfere (mjereni su temperatura, tlak i vlažnost zraka). Imali smo dvije glavne vrste konstrukcija s obzirom na gradivni materijal katode: konstrukcija s limom i konstrukcija s aluminijskom folijom. Konstrukciju s aluminijskom folijom koristili smo za utvrđivanje sposobnosti pogona da podigne konstrukciju s podloge. Konstrukciju s limom koristili smo za daljnja testiranja parametara, zato što je konstrukcija s aluminijskom folijom bila prekrhka i stvarala je probleme oko ponavljanja eksperimenata. Pretpostavili smo da je napon tokom eksprimenata stabilan.

Hipoteza je da će potisak definiran kao:

$$F = \frac{M - m}{M} \times 100\%$$

gdje je *M* težina konstrukcije bez priključenog napona, a *m* težina s uključenim naponom,

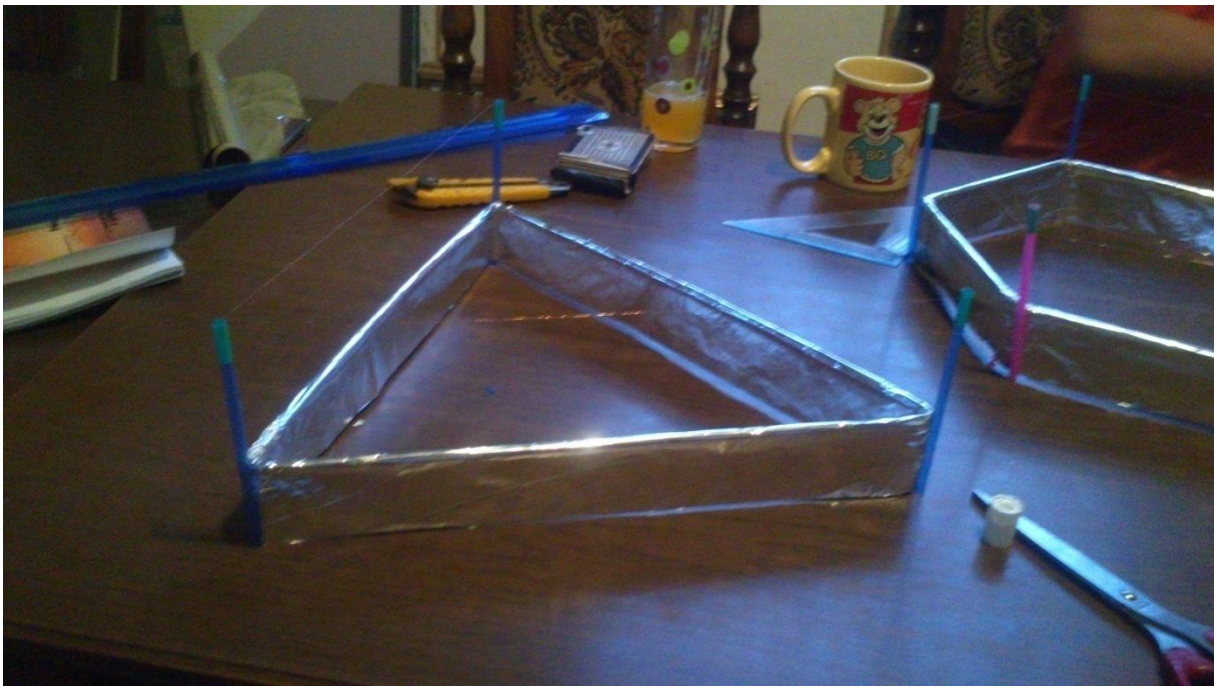
- biti obrnuto proporcionalan s udaljenošću anode od katode i
- biti obrnuto proporcionalan s debljinom žice (anode).

Dodatne hipoteze su:

- da će veća konstrukcija s većim opsegom podići veći postotak svoje mase,
- da će potisak ovisiti o obliku konstrukcije (pravokutnik ili trokut),
- da će potisak ovisiti o površini katode,
- da će metalne kukice ovješene na anodu stvoriti jači potisak zbog nakupljanja naboja na njihovim vrhovima.

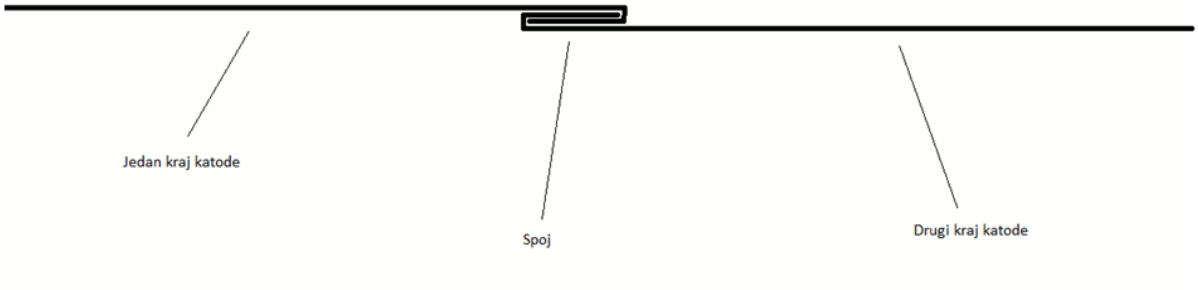
Mjerenja i rezultati

Za izradu same konstrukcije EHDP-a koristili smo sljedeće komponente: plastične slamčice (za sok) kao držači za katodu i anodu, lim ili aluminijska folija kao gradivni materijal katode, bakrena žica kao gradivni materijal anode i ljepilo (Pattex Classic Universal, proizvođač Henkel) koje služi za povezivanje svih tih dijelova. Prvi korak izrade konstrukcije EHDP-a je mjerenje, ocrtavanje i rezanje lima ili folije na potrebnu duljinu i širinu. Spojili smo lim u krug metodom presavijanja (slika 4), te smo označili mjesta gdje se lim mora presavinuti za dobivanje željenog oblika (trokut ili četverokut). Nakon tog drugog presavijanja u svaki kut konstrukcije dodali smo ljepilo i priljepili slamčice u kutove konstrukcije, tako da konstrukcija ima barem 1 cm relativno praznog prostora između sebe i podloge na kojoj se nalazi i da ima barem 8 cm slamčice od katode pa do vrha slamčica (kako bi se mogla varirati udaljenost između anode i katode) (vidi sliku 1). Kao potporni materijal odabrali smo plastične slamčice jer imaju glatku površinu, cilindričan oblik i zato što su čvrste, a lagane.



Slika 3 : Jedan od naših starijih modela kojim smo pokušavali mjeriti parametre.

Debljinu anode mjerili smo pomičnom mjerkom, a grešku smo odredili pomoću skale na mjerci (0.1 mm točnosti). Težinu smo mjerili digitalnom vagom točnosti 0.1g, ali smo otkrili da vrijednost koju vaga pokazuje ovisi o nagibu konstrukcije i o mjestu na vagi gdje smo postavili letvicu koja je držala konstrukciju. Kada smo mjerili težinu letjelice uz djelovanje visokog napona došli smo do većeg problema – vaga nije imala vremena stabilizirati se na određenoj brojci zbog brzih variranja potiska letjelice. Sve te neisigurnosti u mjerenju težine zabilježili smo kao pogrešku mjerenja.



Slika 4 : Ova slika objašnjava kako smo spojili lim da bi dobili željeni oblik (metodom presavijanja).

Udaljenost anode od katode mjerili smo ravnalom. Grešku smo odredili na 0.4 cm zbog skale ravnala (1 mm) i zbog osobnih pogrešaka (drhtanje ruku, pogrešan kut gledanja).Sva mjerenja izvedena su u približno kontroliranim uvjetima po pitanju temperature, tlaka i vlažnosti zraka, što se mjerilo kućnom meteorološkom stanicom WS-7019, prizvođač TechnoTrade GmbH,

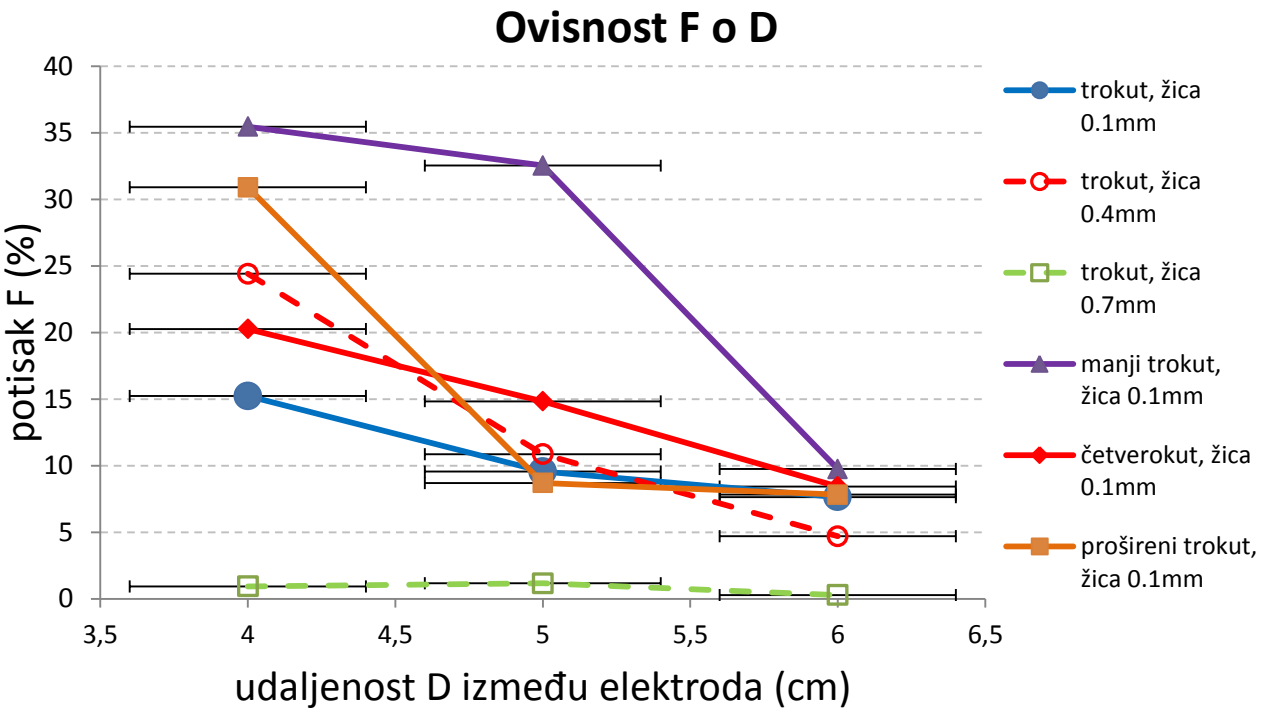
Njemačka. Za konstrukciju izrađenu od aluminijske folije otkrili smo da je prekrhka, što nas je dovelo do izgradnje konstrukcije s limom umjesto folije radi lakšeg i preciznijeg mjerenja. Konstrukcija od folije je također bila lošija od iste s limom u tom pogledu da je brzo „starila“, odnosno nakon tjedan dana folija bi se zgužvala, a žica bi se opustila (više ne bi bila nategnuta), što je onemogućilo daljnja mjerenja.

Mjerenja smo započinjali tako što smo zalemili anodu na visokonaponski transformator iz televizora ili monitora, a katodu smo zalemili na uzemljenje. Televizor ili monitor s konstrukcijom EHDP-a spaja se tako da se makne vanjsko kučište, skine crvena žica visokog napona s ekrana i spoji na anodu (žicu) EHDP-a, a katoda EHDP-a (folija, lim) spoji se na minus televizora ili monitora (masu) koja je dodatno uzemljena žicom direktno u zemlju. Monitor je model Samsung SyncMaster 500s i koristio se u mjerenjima s limom i aluminijskom folijom. Televizor je model Sharp cv-37305(gy) i koristio se samo u eksperimentima s aluminijskom folijom.

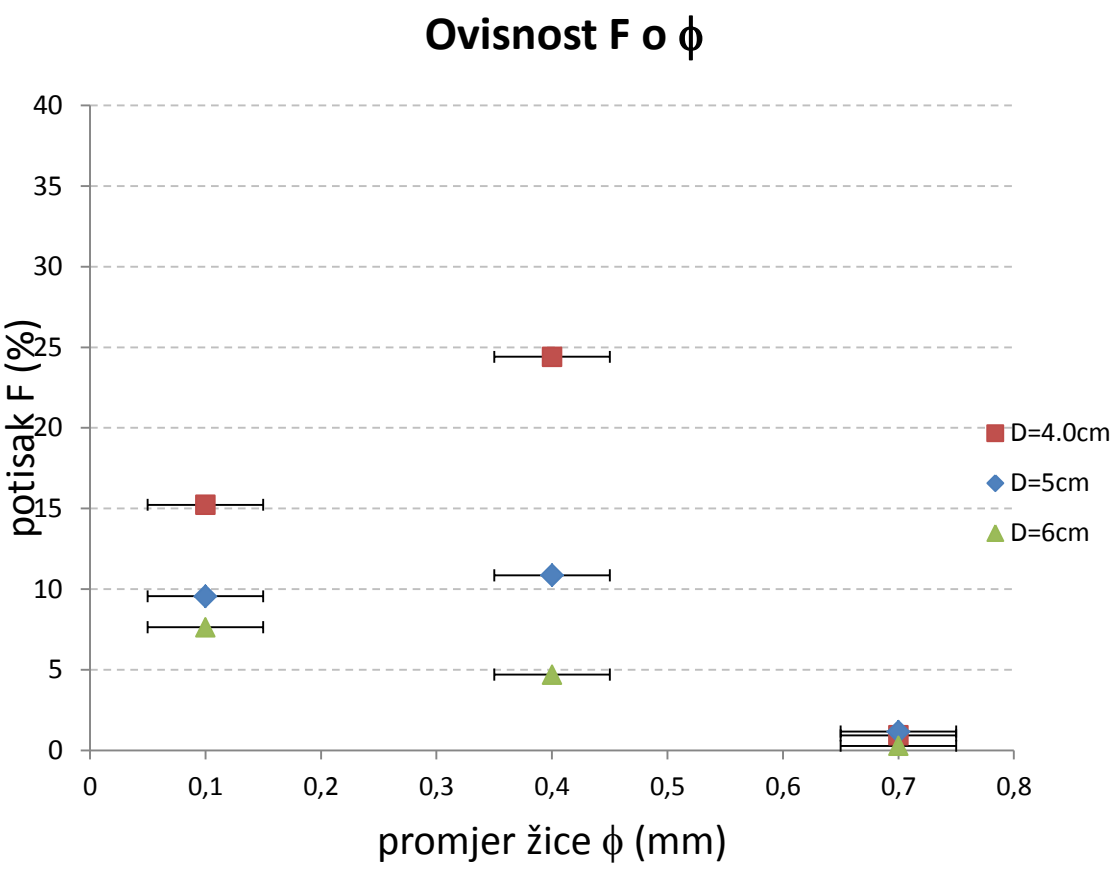
Slika 5 : Način na koji smo ovjesili konstrukciju EHDP-a kako bismo mogli izmjeriti masu sa i bez djelovanja visokog istosmjernog napona.

Težinu konstrukcije EHDP-a pod visokim naponom mjerili smo tako da smo vagu stavili na viseću platformu pričvršćenu na strop. Na uglove konstrukcije pričvrstili smo konce pomoću kojih smo ovjesili konstrukciju na vagu (slika 5). Vagu smo uključili prije nego izvor visokog napona. Zatim smo uključili monitor ili televizor u struju i promatrali koju težinu pokazuje vaga. Vrijednost na vagi nije se u potpunosti stabilizirala, nego je varirala između vrijednosti koje navodimo kao pogrešku mjerenja. Nakon svakog mjerenja zapisali smo podatke u bilježnicu.

Podatke smo na kraju unijeli u Excel tablice radi lakšeg pregleda i crtanja grafova. Tokom mjerenja zaključili smo da kvaliteta kontakta između žice anode i žice iz transformatora poboljšava ili pogoršava preciznost mjerenja, tj. što je kontakt bolji i mjerena težina je stabilnija i manja (jači efekt potiska EHDP-a). Mjerenja su rađena pod uvjetima relativno stabilne temperature između 12.2 ºC i 15.4 ºC, tlaka između 975 hPa i 984 hPa, te vlažnosti između 61% i 71%.



Slika 6 : Grafikon prikazuje ovisnost potiska F (y-os) o udaljenosti između elektroda (x-os). Raznobojni simboli predstavljaju konstrukciju s varirajućim debljinama žice i oblikom (vidi legendu). Vodoravne i okomite linije oko simbola prikazuju grešku mjerenja. Prošireni trokut je veliki trokut proširen s aluminijskom folijom na dnu.



Slika 7 : Grafikon prikazuje ovisnost potiska o promjeru žice (izraženog u mm). Crveni kvadrat označuje udaljenost između anode i katode od 6 cm. Plavi romb označuje udaljenost između anode i katode od 5 cm, dok crveni kvadrat označuje udaljenost između anode i katode od 4 cm. Vodoravne i okomite linije prikazuju grešku mjerenja.

Greška mjerenja ΔFza potisak F računa se na način opisan u [4,5]. Jednadžba glasi:

$$(\Delta F)^2 = (m/M)^2 \left((\Delta m/m)^2 + (\Delta M/M)^2 \right)$$

gdje je Δm greška mjerenja od m, a ΔM greška mjerenja od M. Svi rezultati prikazani su u tablici u Prilogu 1, a grafički na slikama 6 i 7.

Ako imamo više mjerenja (X_1, X_2, X_3, X_4, X_5), svako sa svojom greškom (ΔX_1, ΔX_2, ΔX_3, ΔX_4, ΔX_5), onda se srednja vrijednost <X> od X računa ovako [6]:

$$\langle X \rangle = (f_1 * X_1 + f_2 * X_2 + f_3 * X_3 + f_4 * X_4 + f_5 * X_5) / (f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5)$$

a pripadna greška ovako:

$$(\langle \Delta X \rangle)^2 = 1 / (f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5)$$

gdje su: $f_1=1/(\Delta X_1)^2$, $f_2=1/(\Delta X_2)^2$, $f_3=1/(\Delta X_3)^2$, $f_4=1/(\Delta X_4)^2$, $f_5=1/(\Delta X_5)^2$.

Rasprava

Rezultati koje smo mi dobili djelomično se slažu s hipotezama, ali ne u potpunosti:

- hipoteza da će povećanjem razmaka između anode i katode opadati i potisak F pokazala se točnom, što se vidi na prvom grafu (slika 6),
- hipoteza o poprečnom presjeku žice koja govori da ćemo s tanjom žicom dobiti veći potisak pokazala se djelomično točnom, što se vidi iz trenda u drugom grafu (slika 7) : za udaljenost D = 6cm anode od katode hipoteza je potpuno točna, za D = 5cm točna je približno, a za D = 4cm pokazala se netočnom,
- hipoteza da će konstrukcija s većim opsegom podići veći postotak svoje mase pokazala se netočnom, što se vidi iz točaka (ljubičasti trokuti) za manji trokut u grafu (slika 6) koji ima potisak veći od istog trokuta većeg opsega (plavi puni krugovi),
- hipoteza da će potisak ovisiti o obliku konstrukcije pokazala se točnom, budući da točke (crveni rombovi) za kvadrat, u grafu (slika 6), pokazuju potisak veći od trokuta istog opsega (puni plavi krugovi) na istoj udaljenosti anode od katode.
- hipoteza kako površina katode utječe na potisak pokazala se djelomično točnom, budući da točka (narančasti kvadrat) za "prošireni trokut" (katoda od 7 cm lima proširena aluminijskom folijom od 3 cm) u grafu (slika 6) ima potisak isti kao i običan trokut (plavi puni krugovi) za udaljenosti anode i katode od D = 5 cm i D = 6 cm, ali za D = 4 cm ima postisak F = 30%, dok trokut na istoj udaljenosti katode i anode za D = 4 cm ima potisak F = 15%.

Zaključak

U ovom radu ispitivali smo svojstva elektrohidrodinamičkog (EHDP) pogona. U tu svrhu izradili smo nekoliko različitih tipova konstrukcija EHDP-a koje se sastoje od tanke bakrene žice kao anode, i aluminijske folije ili lima kao katode. Konstrukcija je bila povezana na izvor visokog napona (27±1 kV) dobivenog iz transformatora u monitoru. Efikasnost EHDP-a definirali smo kao relativni pad težine konstrukcije sa i bez priključenog visokog napona. Testirali smo niz hipoteza o ovisnosti potiska : udaljenost anode od katode, debljina žice (anode), opseg konstrukcije, oblik konstrukcije (pravokutnik ili trokut), površina katode. Potvrđene su potpuno ili djelomično hipoteze kako povećanjem razmaka između anode i katode otpada potisak, kako površina katode utječe na potisak (veća površina stvorila je veći

potisak) i da potisak ovisi o obliku konstrukcije, te hipoteza da deblja žica stvara manji potisak. Nije potvrđena hipoteza da konstrukcija s većim opsegom podiže veći postotak svoje mase (dobiveno je suprotno).

Svi eksperimenti koje smo uradili imaju i neke dodatne mane koje se mogu otkloniti u budućim testiranjima: slabi kontakt između anode i transformatora, neprecizni instrumenti mjerenja, osobne greške. Daljnjim eksperimentima mogu se istražiti i neki drugi parametri, poput: vodljivosti materijala od kojeg su građene anoda i katoda, tlak zraka, vlažnost zraka, oblik letjelice i njihove međusobne kombinacije.

Zahvale

Zahvaljujemo se izv.prof.dr.sc. Dejanu Vinkoviću i Mariju Pincu, prof. na pomoći kod razumijevanja teorijskog dijela ovog projekta, Miroslavu Smoliću na savjetima i financiranju laboratorija u kojem smo izveli sve eksperimente, Vanji Vidović-Smolić na prehrani i Marijanu Hrenu na prijevozu.

Popis literature

[1] http://en.wikipedia.org/wiki/Ionocraft

[2] http://www.gizmag.com/mit-ionocraft/26908/

[3] Clemens Wan, "Electro-hydrodynamic (EHD) Thruster Analysis andOptimization", Masters Thesis, 2009http://seelemonslive.com/wp-content/gallery/Clemens_Thesis_Final.pdf

[4] Sara Hižman, "Simulacija udarnih kratera", praktični rad na Smotri istraživačkih radova učenika Međimurja, 2013. http://eduidea.org/smotra2013/radovi/pdf_09.pdf

[5] http://answers.yahoo.com/question/index?qid=20071123041504AAtKrM2

[6] izračun prema uputama dobivenim od dr. Dejana Vinkovića

Prilog 1

U ovoj tablici nalaze se svi podaci koje smo mi bilježili tokom naših mjerenja.

Naziv	Oblik	Materija od kojeg je građen minus	Debljina žice (Φ)	Greška za Φ/ mm	masa(M) / g	Graška za M / mm	Udaljenost plusa od minusa (D) /cm	Greška za D / cm	Vlažnost zraka	Temperatura / °C	Tlak laboratorija	Datum testiranja	Opseg / cm	Širina folije ili lima	Debljina lima / mm	Masa uz djelovanje el. struje (m)	Greška za m	Srednja masa uz djelovanje električne struje	Srednja greška	F (relativni uzgon u %)	Greška od F
Prošireni veliki trokut	trokut	lim	0.1	0.05	44.1	0.3	4	0.4	71	12.2	975	15.3.2014	71	7cm lima + 3 cm folije na dnu	0.4 mm	31.5	4	30.47062676	0.48108135	30.90560826	0.5
Prošireni veliki trokut	trokut	lim	0.1	0.05	44.1	0.3	4	0.4	71	12.2	975	15.3.2014	71	7cm lima + 3 cm folije na dnu	0.4 mm	26.4	3.8				
Prošireni veliki trokut	trokut	lim	0.1	0.05	44.1	0.3	4	0.4	71	12.2	975	15.3.2014	71	7cm lima + 3 cm folije na dnu	0.4 mm	31	2.3				
Prošireni veliki trokut	trokut	lim	0.1	0.05	44.1	0.3	4	0.4	71	12.2	975	15.3.2014	71	7cm lima + 3 cm folije na dnu	0.4 mm	30.5	0.5				
Prošireni veliki trokut	trokut	lim	0.1	0.05	44.1	0.3	5	0.4	71	12.2	975	15.3.2014	71	7cm lima + 3 cm folije na dnu	0.4 mm	39	1.5	40.26616971	0.098633305	8.693492732	0.1
Prošireni veliki trokut	trokut	lim	0.1	0.05	44.1	0.3	5	0.4	71	12.2	975	15.3.2014	71	7cm lima + 3 cm folije na dnu	0.4 mm	37.7	1.7				
Prošireni veliki trokut	trokut	lim	0.1	0.05	44.1	0.3	5	0.4	71	12.2	975	15.3.2014	71	7cm lima + 3 cm folije na dnu	0.4 mm	40.3	0.1				

Prošireni veliki trokut	trokut	lim	0.1	0.05	44.1	0.3	5	0.4	71	12.2	975	15.3.2014	71	7cm lima + 3 cm folije na dnu	0.4 mm	39.2	1				
Prošireni veliki trokut	trokut	lim	0.1	0.05	44.1	0.3	5	0.4	71	12.2	975	15.3.2014	71	7cm lima + 3 cm folije na dnu	0.4 mm	39.4	1				
Prošireni veliki trokut	trokut	lim	0.1	0.05	44.1	0.3	6	0.4	71	12.2	975	15.3.2014	71	7cm lima + 3 cm folije na dnu	0.4 mm	40.6	0.4	40.64891252	0.13190796	7.825595197	0.06
Prošireni veliki trokut	trokut	lim	0.1	0.05	44.1	0.3	6	0.4	71	12.2	975	15.3.2014	71	7cm lima + 3 cm folije na dnu	0.4 mm	40.6	0.3				
Prošireni veliki trokut	trokut	lim	0.1	0.05	44.1	0.3	6	0.4	71	12.2	975	15.3.2014	71	7cm lima + 3 cm folije na dnu	0.4 mm	40.4	0.5				
Prošireni veliki trokut	trokut	lim	0.1	0.05	44.1	0.3	6	0.4	71	12.2	975	15.3.2014	71	7cm lima + 3 cm folije na dnu	0.4 mm	40.7	0.3				
Prošireni veliki trokut	trokut	lim	0.1	0.05	44.1	0.3	6	0.4	71	12.2	975	15.3.2014	71	7cm lima + 3 cm folije na dnu	0.4 mm	40.7	0.2				
Veliki trokut	trokut	lim	0.1	0.05	43	0.3	4	0.4	69	13.2	975	15.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	36.1	2.3	36.45169437	0.957517046	15.22861774	0.4
Veliki trokut	trokut	lim	0.1	0.05	43	0.3	4	0.4	69	13.2	975	15.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	36.5	2.2				
Veliki trokut	trokut	lim	0.1	0.05	43	0.3	4	0.4	69	13.2	975	15.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	36.6	1.7				
Veliki trokut	trokut	lim	0.1	0.05	43	0.3	4	0.4	69	13.2	975	15.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	37.2	2.3				

Veliki trokut	trokut	lim	0.1	0.05	43	0.3	4	0.4	69	13.2	975	15.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	35.6	2.5				
Veliki trokut	trokut	lim	0.1	0.05	43	0.3	5	0.4	69	13.2	975	15.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	39.1	0.3	38.89064292	0.260152767	9.556644373	0.1
Veliki trokut	trokut	lim	0.1	0.05	43	0.3	5	0.4	69	13.2	975	15.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	38	1.3				
Veliki trokut	trokut	lim	0.1	0.05	43	0.3	5	0.4	69	13.2	975	15.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	38	1.4				
Veliki trokut	trokut	lim	0.1	0.05	43	0.3	5	0.4	69	13.2	975	15.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	38	1				
Veliki trokut	trokut	lim	0.1	0.05	43	0.3	5	0.4	69	13.2	975	15.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	38.6	0.8				
Veliki trokut	trokut	lim	0.1	0.05	43	0.3	6	0.4	69	13.2	975	15.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	40.1	0.2	39.716	0.12	7.637209302	0.06
Veliki trokut	trokut	lim	0.1	0.05	43	0.3	6	0.4	69	13.2	975	15.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	39.1	0.3				
Veliki trokut	trokut	lim	0.1	0.05	43	0.3	6	0.4	69	13.2	975	15.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	39.5	0.3				
Veliki trokut	trokut	lim	0.1	0.05	43	0.3	6	0.4	69	13.2	975	15.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	39.7	0.3				
Veliki trokut	trokut	lim	0.1	0.05	43	0.3	6	0.4	69	13.2	975	15.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	39.7	0.3				
Kvadrat	kvadrat	lim	0.1	0.05	41	0.3	4	0.4	68	13.5	975	15.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	34.3	0.9	32.69184803	0.387929269	20.26378529	0.3
Kvadrat	kvadrat	lim	0.1	0.05	41	0.3	4	0.4	68	13.5	975	15.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	31.4	0.6				
Kvadrat	kvadrat	lim	0.1	0.05	41	0.3	4	0.4	68	13.5	975	15.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	34	0.7				
Kvadrat	kvadrat	lim	0.1	0.05	41	0.3	4	0.4	68	13.5	975	15.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	30.6	1.4				
Kvadrat	kvadrat	lim	0.1	0.05	41	0.3	4	0.4	68	13.5	975	15.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	32.7	3.5				

Kvadrat	kvadrat	lim	0.1	0.05	41	0.3	5	0.4	68	13.5	975	15.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	36.3	0.9	34.91781818	0.217088168	14.8345898	0.1
Kvadrat	kvadrat	lim	0.1	0.05	41	0.3	5	0.4	68	13.5	975	15.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	34.7	0.4				
Kvadrat	kvadrat	lim	0.1	0.05	41	0.3	5	0.4	68	13.5	975	15.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	34.7	0.4				
Kvadrat	kvadrat	lim	0.1	0.05	41	0.3	5	0.4	68	13.5	975	15.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	35.4	0.4				
Kvadrat	kvadrat	lim	0.1	0.05	41	0.3	5	0.4	68	13.5	975	15.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	33.3	0.9				
Kvadrat	kvadrat	lim	0.1	0.05	41	0.3	6	0.4	68	13.5	975	15.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	36.3	0.5	37.54178383	0.198252206	8.434673589	0.08
Kvadrat	kvadrat	lim	0.1	0.05	41	0.3	6	0.4	68	13.5	975	15.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	37.6	0.7				
Kvadrat	kvadrat	lim	0.1	0.05	41	0.3	6	0.4	68	13.5	975	15.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	37.6	0.4				
Kvadrat	kvadrat	lim	0.1	0.05	41	0.3	6	0.4	68	13.5	975	15.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	36.7	0.7				
Kvadrat	kvadrat	lim	0.1	0.05	41	0.3	6	0.4	68	13.5	975	15.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	38.1	0.3				
Manji trokut	trokut	lim	0.1	0.05	26.8	0.3	4	0.4	65	13.7	984	21.3.2014	45	7cm lima	0.4 mm	16.4	0.6	17.2956852	0.246678857	35.46386121	0.6
Manji trokut	trokut	lim	0.1	0.05	26.8	0.3	4	0.4	65	13.7	984	21.3.2014	45	7cm lima	0.4 mm	16.2	0.8				
Manji trokut	trokut	lim	0.1	0.05	26.8	0.3	4	0.4	65	13.7	984	21.3.2014	45	7cm lima	0.4 mm	19.3	1.3				
Manji trokut	trokut	lim	0.1	0.05	26.8	0.3	4	0.4	65	13.7	984	21.3.2014	45	7cm lima	0.4 mm	19.2	1.6				
Manji trokut	trokut	lim	0.1	0.05	26.8	0.3	4	0.4	65	13.7	984	21.3.2014	45	7cm lima	0.4 mm	17.5	0.3				
Manji trokut	trokut	lim	0.1	0.05	26.8	0.3	5	0.4	65	13.7	984	21.3.2014	45	7cm lima	0.4 mm	18.4	0.6	18.08081881	0.087987678	32.53425819	0.4
Manji trokut	trokut	lim	0.1	0.05	26.8	0.3	5	0.4	65	13.7	984	21.3.2014	45	7cm lima	0.4 mm	19.2	0.2				

Manji trokut	trokut	lim	0.1	0.05	26.8	0.3	5	0.4	65	13.7	984	21.3.2014	45	7cm lima	0.4 mm	17.8	0.1				
Manji trokut	trokut	lim	0.1	0.05	26.8	0.3	5	0.4	65	13.7	984	21.3.2014	45	7cm lima	0.4 mm	16	1				
Manji trokut	trokut	lim	0.1	0.05	26.8	0.3	5	0.4	65	13.7	984	21.3.2014	45	7cm lima	0.4 mm	21.4	1.6				
Manji trokut	trokut	lim	0.1	0.05	26.8	0.3	6	0.4	65	13.7	984	21.3.2014	45	7cm lima	0.4 mm	24.3	0.1	24.18823529	0.048507125	9.745390694	0.1
Manji trokut	trokut	lim	0.1	0.05	26.8	0.3	6	0.4	65	13.7	984	21.3.2014	45	7cm lima	0.4 mm	24.2	0.1				
Manji trokut	trokut	lim	0.1	0.05	26.8	0.3	6	0.4	65	13.7	984	21.3.2014	45	7cm lima	0.4 mm	24.4	0.1				
Manji trokut	trokut	lim	0.1	0.05	26.8	0.3	6	0.4	65	13.7	984	21.3.2014	45	7cm lima	0.4 mm	24.3	0.1				
Manji trokut	trokut	lim	0.1	0.05	26.8	0.3	6	0.4	65	13.7	984	21.3.2014	45	7cm lima	0.4 mm	22.4	0.2				
Veliki trokut	trokut	lim	0.4	0.05	43	0.3	4	0.4	61	15.4	982	21.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	32.1	1.1	32.50573028	0.473564907	24.40527842	0.4
Veliki trokut	trokut	lim	0.4	0.05	43	0.3	4	0.4	61	15.4	982	21.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	30.7	1.3				
Veliki trokut	trokut	lim	0.4	0.05	43	0.3	4	0.4	61	15.4	982	21.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	31.5	0.7				
Veliki trokut	trokut	lim	0.4	0.05	43	0.3	4	0.4	61	15.4	982	21.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	33.4	2.4				
Veliki trokut	trokut	lim	0.4	0.05	43	0.3	4	0.4	61	15.4	982	21.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	36.5	1.1				
Veliki trokut	trokut	lim	0.4	0.05	43	0.3	5	0.4	61	15.4	982	21.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	38.1	0.1	38.33056576	0.08131903	10.85914939	0.08

Veliki trokut	trokut	lim	0.4	0.05	43	0.3	5	0.4	61	15.4	982	21.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	38	0.3				
Veliki trokut	trokut	lim	0.4	0.05	43	0.3	5	0.4	61	15.4	982	21.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	38.8	0.3				
Veliki trokut	trokut	lim	0.4	0.05	43	0.3	5	0.4	61	15.4	982	21.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	39.1	0.2				
Veliki trokut	trokut	lim	0.4	0.05	43	0.3	5	0.4	61	15.4	982	21.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	38.9	0.5				
Veliki trokut	trokut	lim	0.4	0.05	43	0.3	6	0.4	61	15.4	982	21.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	41.4	0.1	40.98	0.04472136	4.697674419	0.03
Veliki trokut	trokut	lim	0.4	0.05	43	0.3	6	0.4	61	15.4	982	21.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	40.9	0.1				
Veliki trokut	trokut	lim	0.4	0.05	43	0.3	6	0.4	61	15.4	982	21.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	40.9	0.1				
Veliki trokut	trokut	lim	0.4	0.05	43	0.3	6	0.4	61	15.4	982	21.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	40.7	0.1				
Veliki trokut	trokut	lim	0.4	0.05	43	0.3	6	0.4	61	15.4	982	21.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	41	0.1				
Veliki trokut	trokut	lim	0.7	0.05	43	0.3	4	0.4	61	15.4	982	21.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	42.2	0.1	42.6	0.04472136	0.930232558	0.01
Veliki trokut	trokut	lim	0.7	0.05	43	0.3	4	0.4	61	15.4	982	21.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	42.3	0.1				
Veliki trokut	trokut	lim	0.7	0.05	43	0.3	4	0.4	61	15.4	982	21.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	42.8	0.1				
Veliki trokut	trokut	lim	0.7	0.05	43	0.3	4	0.4	61	15.4	982	21.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	42.9	0.1				
Veliki trokut	trokut	lim	0.7	0.05	43	0.3	4	0.4	61	15.4	982	21.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	42.8	0.1				

Veliki trokut	trokut	lim	0.7	0.05	43	0.3	5	0.4	61	15.4	982	21.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	42.8	0.1	42.5	0.04472136	1.162790698	0.01
Veliki trokut	trokut	lim	0.7	0.05	43	0.3	5	0.4	61	15.4	982	21.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	42.5	0.1				
Veliki trokut	trokut	lim	0.7	0.05	43	0.3	5	0.4	61	15.4	982	21.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	42.4	0.1				
Veliki trokut	trokut	lim	0.7	0.05	43	0.3	5	0.4	61	15.4	982	21.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	42.4	0.1				
Veliki trokut	trokut	lim	0.7	0.05	43	0.3	5	0.4	61	15.4	982	21.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	42.4	0.1				
Veliki trokut	trokut	lim	0.7	0.05	43	0.3	6	0.4	61	15.4	982	21.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	43.1	0.1	42.88	0.04472136	0.279069767	0.002
Veliki trokut	trokut	lim	0.7	0.05	43	0.3	6	0.4	61	15.4	982	21.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	42.8	0.1				
Veliki trokut	trokut	lim	0.7	0.05	43	0.3	6	0.4	61	15.4	982	21.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	42.8	0.1				
Veliki trokut	trokut	lim	0.7	0.05	43	0.3	6	0.4	61	15.4	982	21.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	42.8	0.1				
Veliki trokut	trokut	lim	0.7	0.05	43	0.3	6	0.4	61	15.4	982	21.3.2014	71	7cm lima	0.4 mm	42.9	0.1				