

DRŽAVNO SREČANJE MLADIH RAZISKOVALCEV 2021

Izkoristek krakov vetrne elektrarne



Raziskovalno področje: proizvodno – tehnično

Šola: Osnovna šola Martina Konšaka, Prekmurska c. 67, 2000, Maribor

Avtor: Klemen Marn

Mentor: Robert Hriberšek

Raziskovalna naloga

Vsebina

POVZETEK	3
1. UVOD	4
1.1 Namen naloge	4
1.2 Hipoteze.....	4
1.3 Opis postopka uporabljenih metod dela	4
2. POGONI NA VETER	5
2.1 Pogoni na veter nekoč.....	5
2.2 Pogoni na veter danes	6
3. PRIDOBIVANJE ELEKTRIKE IN VPLIV NA OKOLJE	6
3.1 Načini pridobivanja	7
3.2 Vodna elektrarna.....	7
3.3 Termo elektrarna.....	8
3.4 Jedrska elektrarna	8
4. VETRNA ELEKTRARNA	9
4.1 Delovanje in vpliv na okolje.....	9
4.2 Oblike vetrnih elektrarn.....	9
5. IZDELAVA MODELA.....	10
5.1 Načrt modela.....	11
5.2 Meritve.....	15
6. UGOTOVITVE.....	17
7. ZAKLJUČEK.....	18
8. LITERATURA.....	19

POVZETEK

Ker me zanima delovanje in pridobivanje električne energije, sem se lotil raziskovanja delovanja vetrne elektrarne. V prvem delu naloge sem se posvetil teoretičnemu delu in raziskal, na kakšne načine lahko vse pridobivamo električno energijo. Pri teh načinih je kar nekaj prednosti in tudi slabosti.

Ker sem med potovanji pogosto občudoval delovanje vetrnih elektrarn, sem se lotil raziskovanja njihovega delovanja. Pri tem sem ugotovil, da energijo vetra ljudje poznajo in izkoriščajo že zelo dolgo, saj so veter uporabljali za pogone mlinov, žag in črpalk za vodo. V današnjem času pa se »vetrni mlini« zelo veliko uporabljajo za pogone generatorjev, ki nam na okolju prijazen način dajejo električno energijo.

Pri vetrni elektrarni sem vedno občudoval elegantno obliko njenih krakov, zato sem se v raziskovalni nalogi odločil preučiti, ali ima oblika krakov kakšen vpliv na njeno učinkovitost. Izdelal sem tri različne oblike krakov, pri katerih sem upošteval, da so imeli vsi enako dolžino in enako površino ter da so bili postavljeni pod enakim kotom. Upošteval sem, da je bil »veter« pri preizkusu vedno enak. Pri vsaki obliki krakov sem opravil tri meritve generirane napetosti in izračunal povprečen izkoristek – dobljeno napetost. Na osnovi tega sem ugotovil, katera uporabljena oblika krakov je najbolj učinkovita.

1. UVOD

1.1 Namen naloge

Veter je že od nekdaj imel močan vpliv na življenje ljudi, zlasti v obmorskih krajih. Od njega je bilo odvisno njihovo življenje in preživetje. »Kjer so vetrovi pogosti in vztrajni, jih prebivalci pričakujejo in napovedujejo. Poznajo njihovo naravo, moč in težo, bučanje, vonj in dotik. Iz tega nastajajo zgodbe in legende, vse pa je odsev življenja, ki je bilo odvisno tudi od vetrov« (»Vetrna energija«, 2017). Moči vetra ne moremo nadzorovati, lahko pa jo izkoriščamo.

Dandanes se jadrnice uporabljajo le za rekreacijo in šport, mline na veter pa je nadomestila modernejša tehnologija. V omejenem obsegu obstaja le še uporaba vetra za črpanje vode. Na novo pa so se pojavile vetrne elektrarne, ki energijo vetra pretvarjajo v električno energijo. Te so zelo razširjene predvsem v razvitih državah, in sicer na dobro prevetrenih območjih. Moj namen je raziskati vpliv oblike krakov na delovanje vetrne elektrarne.

1.2 Hipoteze

Pri raziskovalni nalogi želim preizkusiti delovanje vetrne elektrarne in predvsem vpliv oblike krakov na njeno delovanje. Za preizkus bom uporabil tri različne oblike krakov, pri tem pa bom upošteval, da bodo imeli vsi kraki enako površino, enak profil, enak kot ter enako dolžino. Oblike, ki jih bom uporabil, so: pravokotna, trikotna in trapezna.

Predpostavljam, da bo najboljše delovala trapezna oblika krakov, saj podobno uporabljajo tudi prave vetrne elektrarne.

1.3 Opis postopka uporabljenih metod dela

Raziskovalno nalogo sem naredil v štirih delih:

- Poglobil sem se v teoretično ozadje pogonov na veter in preučil tudi ostale načine pridobivanja električne energije.
- Naredil sem maketo vetrne elektrarne in pripravil vse tri oblike krakov.
- Opravil sem meritve delovanja z vsakim kompletom krakov posebej.
- Analiziral sem meritve.

2. POGONI NA VETER

Vetrne elektrarne veljajo za okolju prijazne elektrarne, saj se izkorišča moč vetra. Imajo tako številne prednosti kot slabosti.



Slika 1: Polje vetrnih elektrarn (vir: <https://www.esvet.si/>)

Prednosti so: brezogljčni vir energije; ko veter piha, je na razpolago poceni vir energije; v okolici vetrnic se zemlja še vedno lahko uporablja za obdelovanje; oskrba z energijo, kjer vzpostavitev elektroenergetske infrastrukture ni možna (gorske kočice). Slabosti so: nestanovitnost vira – predvsem na slabo prevetrenih območjih ne zagotavlja zanesljive oskrbe z električno energijo (ni stalnega vetra – hitrost vetra in z njo tudi proizvodnja električne energije se spreminjata iz ure v uro) –; odvisnost vira od prevetrenosti potencialnih lokacij za postavitev vetrnih elektrarn; cena električne energije, pridobljene iz vetrne elektrarne, je višja od cene električne energije, proizvedene v hidroelektrarnah ali klasičnih termoelektrarnah na premog ali jedrsko energijo; velike vetrnice znajo biti v neposredni bližini zelo glasne.

2.1 Pogoni na veter nekoč

Moč vetra so izkoriščali že v preteklosti, sprva le za promet po vodi. »Najprej za pogon jadric, ki so imela štirikotna jadra. Babilonci in Kitajci so uporabljali energijo vetra za črpanje vode, s

katero so namakali polja že pred 4000 leti. V Evropi so jo začeli izkoriščati za pogon mlinov v 12. stoletju« (»Vetrna energija«, 2017). Tudi na Nizozemskem so jih uporabljali za dvigovanje presežne vode z nizko ležeče obdelovalne zemlje v kanale.



Slika 2: Mlin na veter (Vir: <https://eucbeniki.sio.si/nit5/1336/index3.html>)

2.2 Pogoni na veter danes

Danes se za proizvodnjo električne energije uporabljajo vetrne elektrarne, ki so zgrajene na stolpih, visokih do 100 m in s premerom propelerja do 100 m. Z višino se večja hitrost vetra. Manjše vetrne elektrarne so v obratovanju že nekaj let, danes pa gradijo „polja“ vetrnic, vetrne elektrarne. Polja vetrnic gradijo na grebenih, na morju in ostalih vetrovnih območjih.



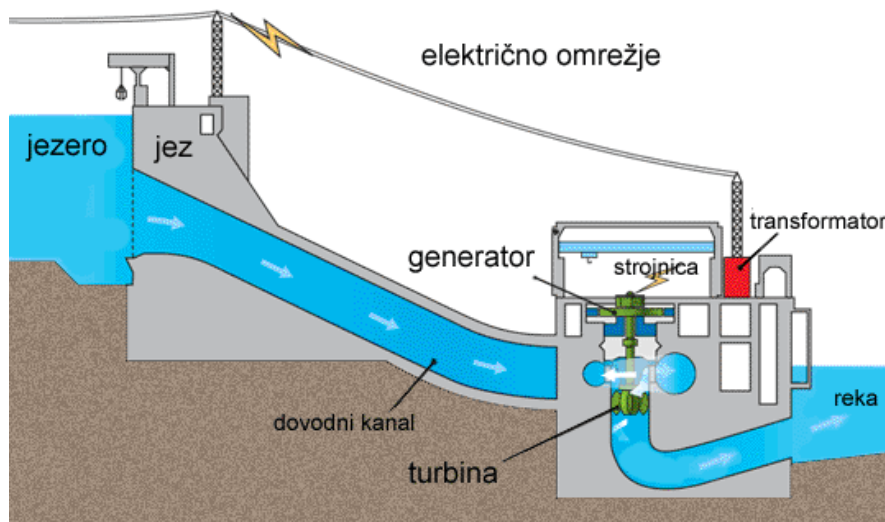
Slika 3: Polja vetrnih elektrarn (vir: <http://www.vetrneelektrarne.si/vpliv-na-okolje/>)

3. PRIDOBIVANJE ELEKTRIKE IN VPLIV NA OKOLJE

3.1 Načini pridobivanja

Poznamo več načinov pridobivanja električne energije. Moderni nasledniki mlinov na veter so vetrne turbine. So precej bolj izpopolnjene in poganjajo električne generatorje.

3.2 Vodna elektrarna



Slika 4: Delovanje vodne elektrarne (vir: <https://eucbeniki.sio.si/nar6/1215/index4.html>)

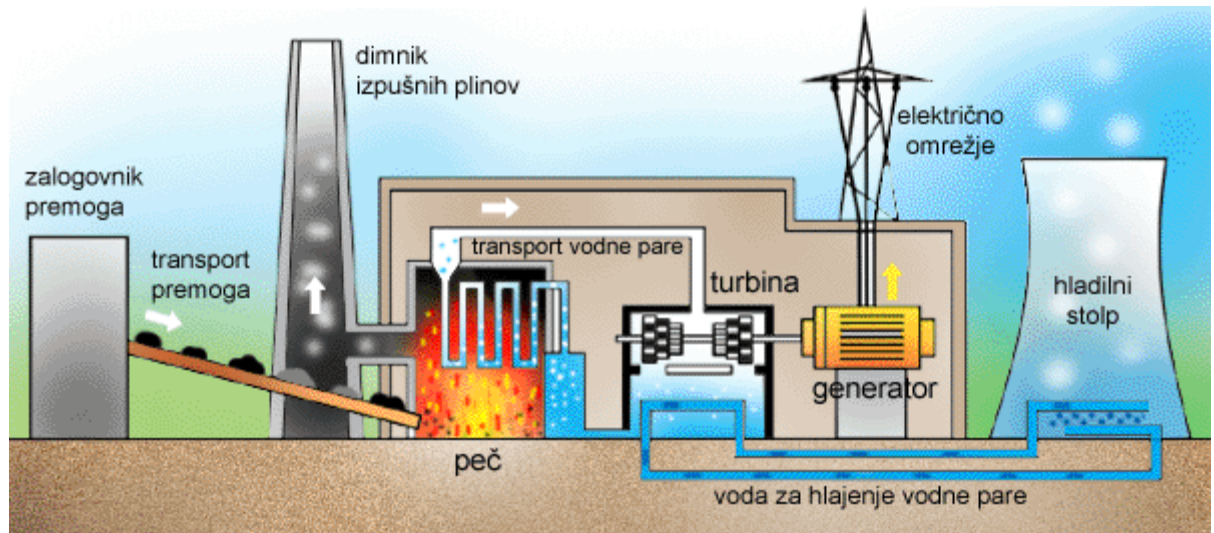
Iz slike je razvidno, da voda, ki se zbere pred jezom, ustvari veliko akumulacijsko jezero, ki predstavlja zalogo energije.

Esvet navaja, da je jez masivna železobetonska težnostna vodna pregrada, postavljena prečno na rečno strugo. Njegova naloga je zadrževanje dela vodnega toka in zvišanje nivoja vode pred jezom. Temelji jezom so zelo široki in ojačani, da lahko jez kljubuje tako vodnemu toku kot tlaku zaradi teže vode. Nato voda skozi vtočni kanal z veliko hitrostjo priteče do turbine, kjer se kinetična energija pretvarja v mehansko. Tako v svetu kot pri nas predstavlja vodna energija pomemben obnovljivi vir električne energije.

Slabost hidroelektrarne je ta, da pri postavitvi elektrarne onemogočimo plovno pot živalim. Pri novejših hidroelektrarnah poskušajo rešiti ta problem z vzporednimi kanali, po katerih lahko živali nadaljujejo svojo pot.

3.3 Termo elektrarna

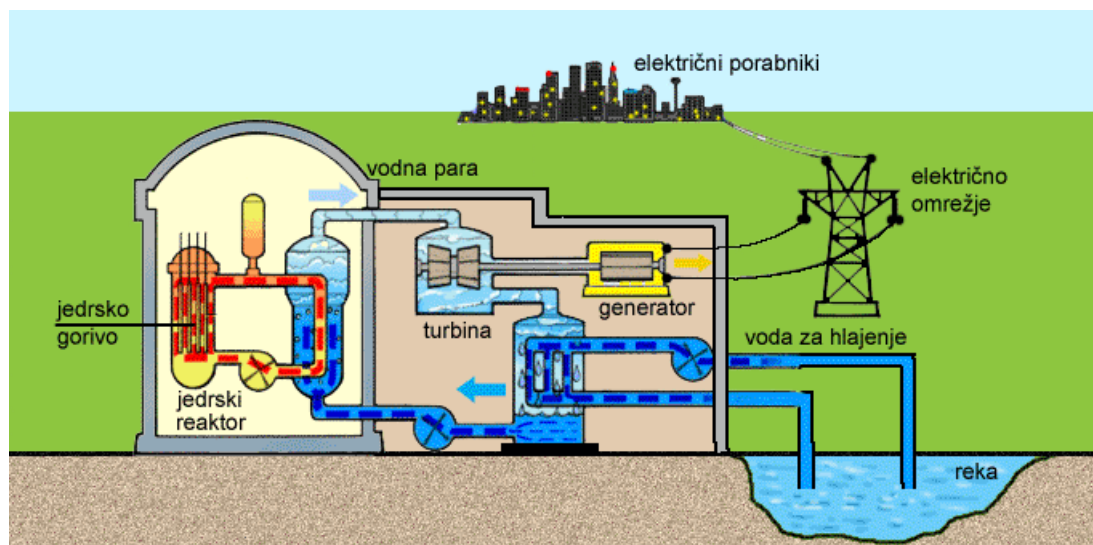
Termoelektrarna deluje s pomočjo fosilnega goriva. V uparjalniku se voda segreva, dokler se ne opari, s tem para poganja turbino ter tako žene električni generator, ki pretvori kinetično energijo v električno.



Slika 5: Delovanje termoelektrarne (vir: <https://eucbeniki.sio.si/nar6/1215/index1.html>)

3.4 Jedrska elektrarna

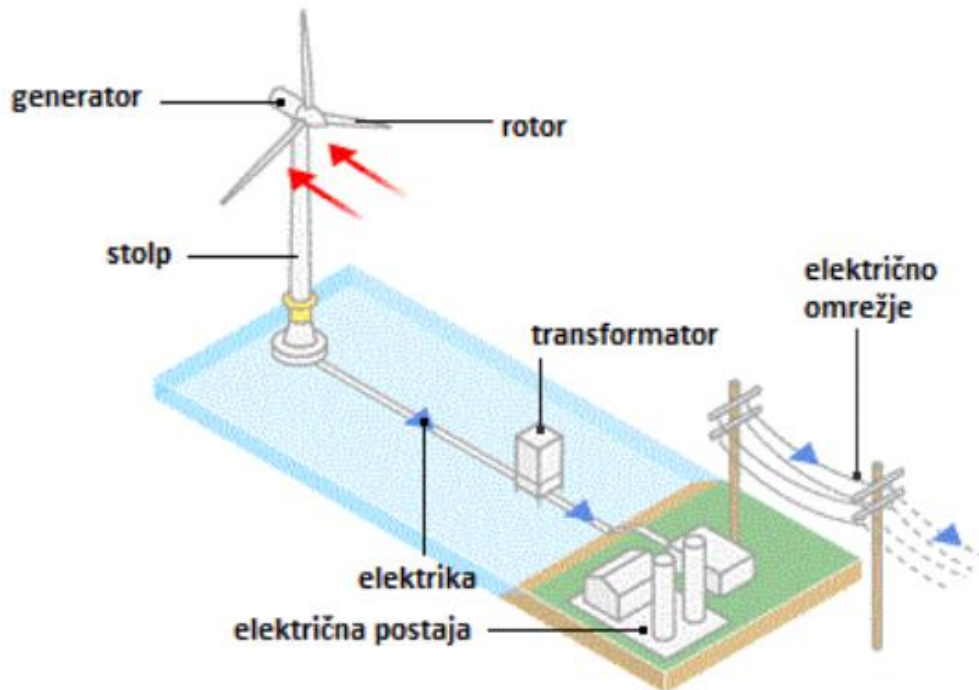
Jedrska elektrarna deluje na skoraj enak način kot termo elektrarna. Uporabljeno je jedrsko gorivo, ki pride v jedrski reaktor, se spremeni v vodno paro, ki s tem žene turbino in s tem generator.



Slika 6: Delovanje jedrske elektrarne (Vir: <https://eucbeniki.sio.si/nar6/1215/index2.html>).

4. VETRNA ELEKTRARNA

4.1 Delovanje in vpliv na okolje



Slika 7: Delovanje vetrne elektrarne (Vir: <https://sites.google.com/site/obnovljivsi>)

Vetrna elektrarna je elektroenergetski objekt, kjer z močjo vetra vrtimo vetrnico, s tem pa energijo vetra pretvarjamo v električno energijo.

Sodobne vetrne turbine so visoki stolpi z vetrnicami. Veter obrača vetrnice, ki so povezane z električnim generatorjem. Pomembno je, da so vetrne turbine postavljene na predelih s čim bolj konstantnim vetrom.

Vetrna elektrarna deluje tako, da veter poganja eliso, ta nato požene turbino in s tem poganja generator, ki pretvori energijo vetra v mehansko ali električno energijo.

4.2 Oblike vetrnih elektrarn

Poznamo dvokrake ali trikrake vetrnice, ki obratujejo od 50 do 70 m/s. Pri taki vrednosti imajo trikraki propelerji najboljši izkoristek, dvokraki pa le 2–3 % slabši. Lopatice propelerja so lahko narejene iz aluminija, lesa, lesenega laminata, karbonskih vlaken, steklenih vlaken ali poliestra.

Moč vetrnih elektrarn spremenimo tako, da spremenimo vpadni kot lopatic. Tako dobimo od elektrarne večji izkoristek.

Zavorni sistem deluje tako, da z reguliranjem lopatic spremenimo naklonski kot na 0 ali manj stopinj. Druga možnost zaustavitve je, da z mehansko zavoro zaustavi rotor. Kadar pride hitrost vetra prevelikega obratovanja moramo vetrno turbino zaustaviti iz varnostnih razlogov.

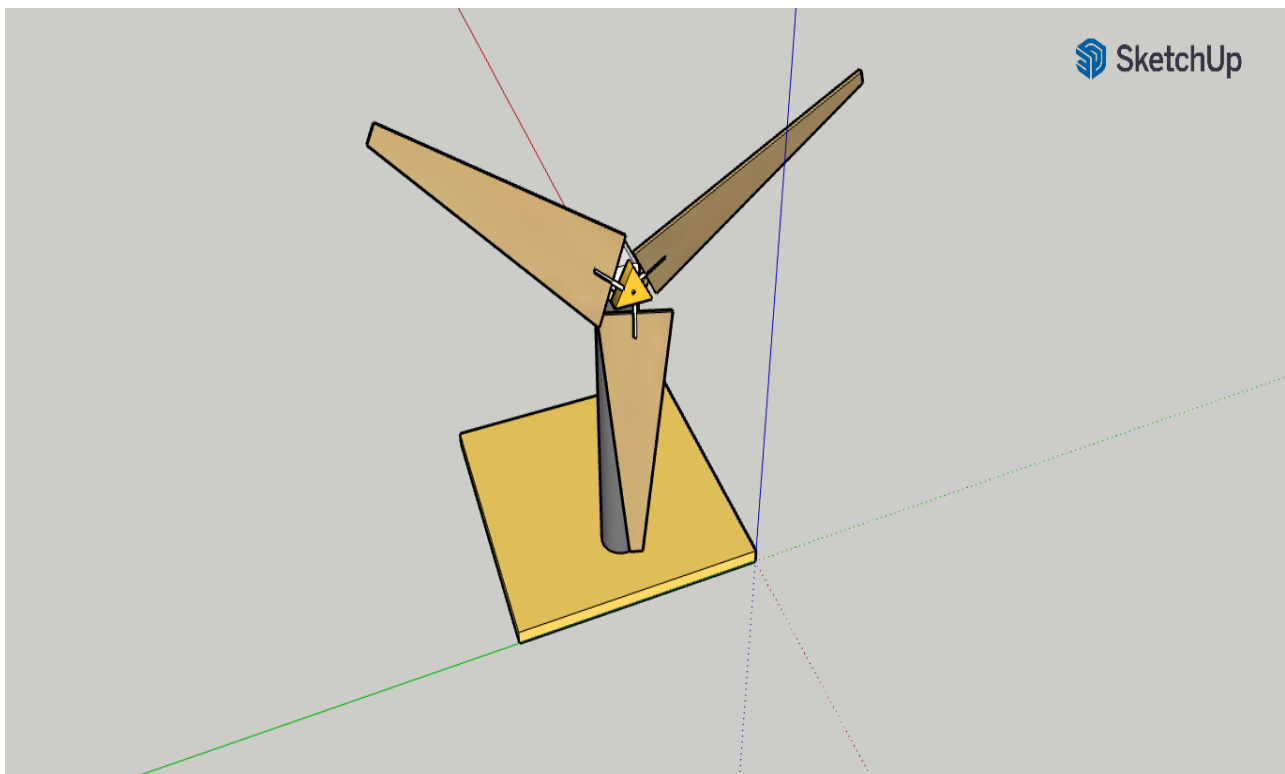


Slika 8: Postavljena vetrna elektrarna (vir: <https://sl.magazinera.com/>)

5. IZDELAVA MODELA

5.1 Načrt modela

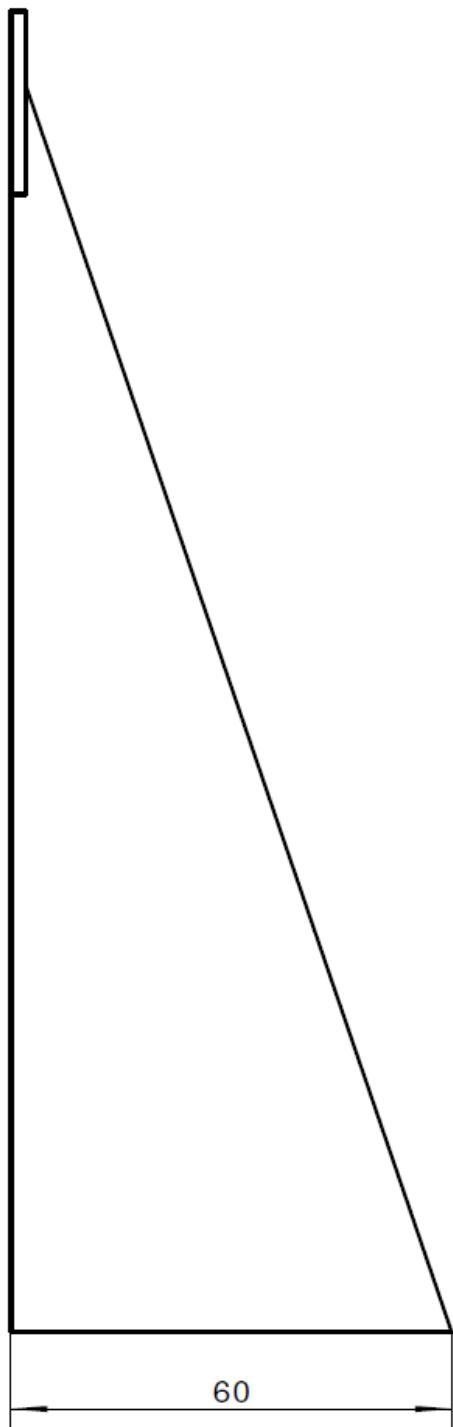
V programu sketchup sem narisal model moje vetrne elektrarne. Model je visok 30 cm. Pri modelu sem za generator uporabil manjši elektromotor, ki je ob vrtenju proizvajal določeno napetost. To sem izmeril z voltmetrom in s pomočjo dobljenih podatkov ugotovil, katera oblika krakov je ob enaki moči »vetra« proizvajala najvišjo napetost.



Slika 9: model vetrne elektrarne

5.1.1 Krak trikotne oblike

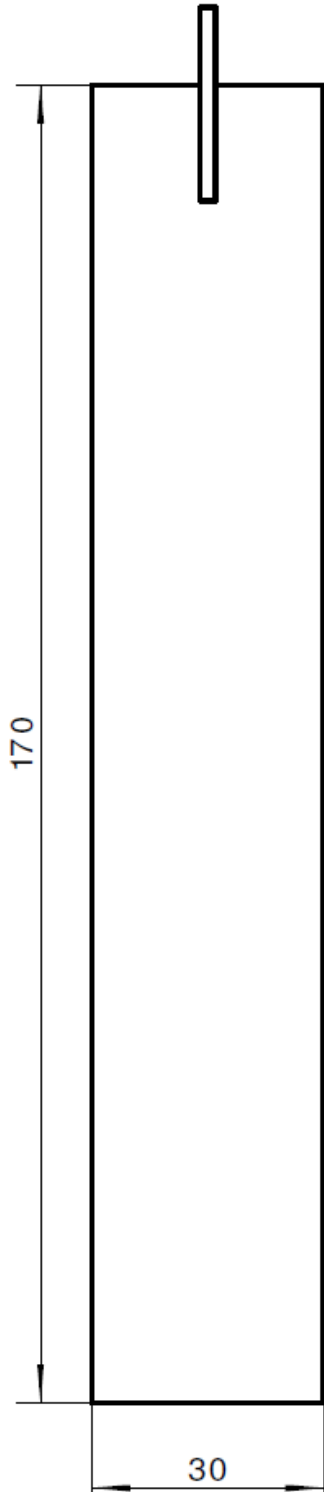
Krak trikotne oblike je imel obliko pravokotnega trikotnika. Krajša kateta je merila 6 cm, daljša kateta pa 17 cm. Na pesto elise je bil nasajen z ožjim delom, pri tem pa sem upošteval, da je vpadni kot krakov natančno 30° . Površina posameznega kraka je znašala 51 cm^2 .



Slika 10 in 11: Krak trikotne oblike

5.1.2 Krak pravokotne oblike

Krak pravokotne oblike je imel stranico a dolgo 17 cm, stranico b pa 3 cm. Tako je skupna površina kraka znašala 51 cm². Na pesto elise je bil nasajen na sredinskem delu, pri tem pa sem upošteval, da je vpadni kot krakov natančno 30°. Površina posameznega kraka je znašala 51 cm².

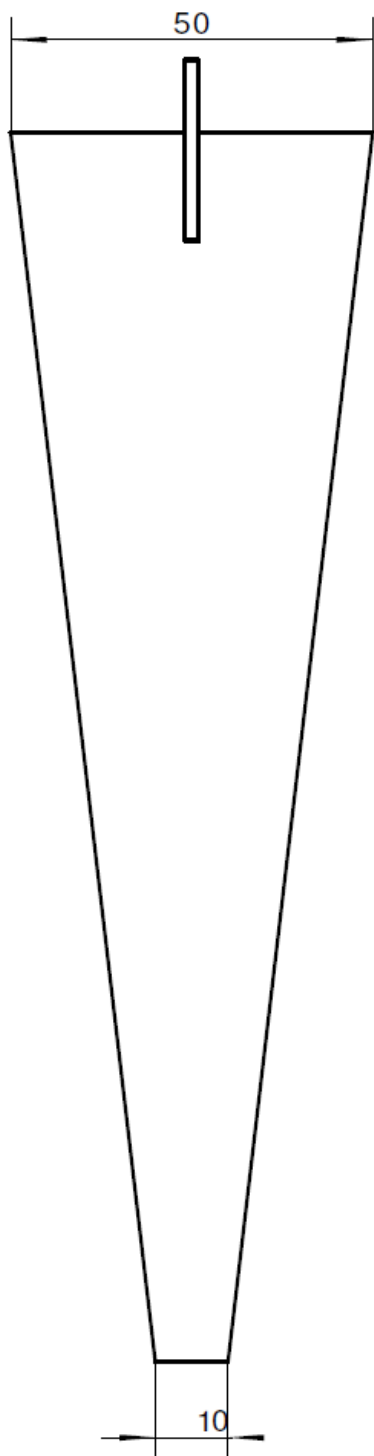


5.1.2 Krak trapezne oblike



Slika 12 in 13: Krak pravokotne oblike

Krak trapezne oblike je imel površino 51 cm^2 . Pri tem sem upošteval, da je bila dolžina kraka 17 cm , medtem ko je bila srednjica dolga 3 cm in najkrajša stranica 2 cm ter nasprotna stranica 5 cm . Na pesto elise je bil nasajen na sredinskem delu daljše stranice, pri tem pa sem upošteval, da je vpadni kot krakov natančno 30° .



Slika 14 in 15: Krak trapezne oblike

5.2 Meritve

Z učiteljem sva pripravila ventilator in vetrnico. Razdalja med ventilatorjem in vetrnico je vedno znašala 55 cm, pri tem pa sva bila pozorna tudi na to, da se kot vetrnice ni spreminjal in je bila vedno pravilno obrnjena (pravi kot) proti ventilatorju.



Slika 16: Izvajanje meritev v šolski delavnici

Pred vsakim merjenjem sva previdno namestila ustrezno obliko krakov in pri tem pazila, da je bil kot krakov glede na veter vedno enak. Vklpila sva ventilator in s pomočjo voltmetra odčitala, kakšno napetost je v danem trenutku generirala najina elektrarna. Pri tem sva pri vsaki obliki krakov izvedla tri meritve in izračunala povprečno vrednost.



Slika 17 in 18 : Merjenje in zapisovanje napetosti

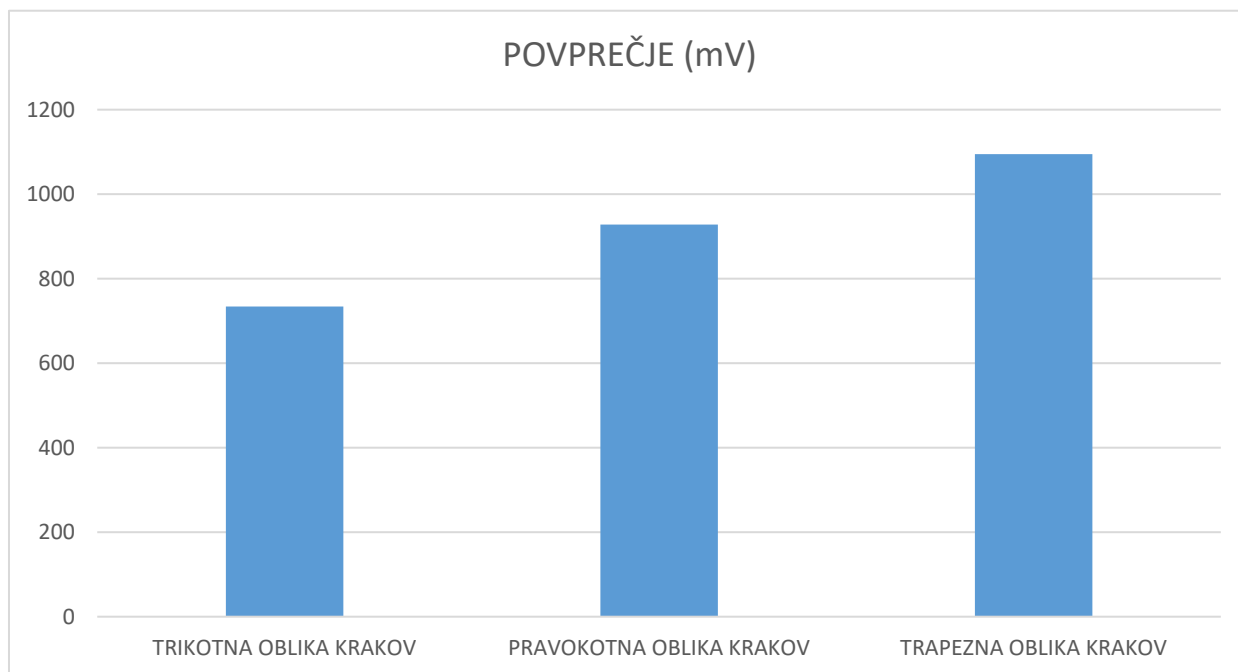


6. UGOTOVITVE

Po opravljenih meritvah in izračunih sva z učiteljem prišla do zaključka, ki je potrdil najina pričakovanja. Ugotovila sva, da je najprimernejša oblika trapezna, in sicer tako, da se krak proti koncu oži. Srednje dobro se je odrezala pravokotna oblika in najslabše se je odrezala trikotna oblika.

	I. MERITEV (mV)	II. MERITEV (mV)	III. MERITEV (mV)	POVPREČJE (mV)
TRIKOTNA OBLIKA KRAKOV	773	691	740	734 mV
PRAVOKOTNA OBLIKA KRAKOV	959	895	930	928 mV
TRAPEZNA OBLIKA KRAKOV	1127	1058	1100	1095 mV

Tabela 1: Tabela prikazuje dobljene meritve za posamezne krake



Graf 1: Graf prikazuje dobljeno povprečje meritev

Glede na dobljene rezultate bi lahko sklepali, da je za izkoristek vetrne elektrarne oblika krakov zelo pomembna.

7. ZAKLJUČEK

Spoznal sem, da je oblika krakov pri vetrni elektrarni zelo pomembna. Z ustrežno obliko krakov lahko močno izboljšamo izkoristek delovanja in s tem v veliki meri pripomoremo k čistemu okolju. Iz rezultatov je razvidno, da se lahko izkoristek ob uporabi optimalne oblike poveča tudi za več kot 20 %. To pa pomeni, da je zelo pomembno poznati pravilne oblike krakov.

8. LITERATURA

Vetrna energija (2017): https://www.golea.si/wp-content/uploads/2017/02/Vetrna_energija.pdf

Kako deluje hidroelektrarna : <https://www.esvet.si/vodna-energija/kako-deluje-hidroelektrarna>

Delovanje vetrne elektrarne: http://194.249.2.122/EUPRB_Vetrne%20elektrarne.pdf

Lastni viri.