

ŠOLSKI CENTER CELJE

Srednja šola za strojništvo, mehatroniko in medije

Lidija Leskovšek, prof.

MAKETA HIDROELEKTRARNE

IZVLEČEK

Proizvodnja električne energije v današnjem času predstavlja pomembno gospodarsko panogo. Prizadevanje za energetska neodvisnost na področju oskrbe z električno energijo je vitalni cilj politike vsake države, k čemur pomembno prispeva obratovanje hidroelektrarn z izkoriščanjem vodnega potenciala. Kako dijakom na najboljši način predstaviti načine in oblike izrabe obnovljivih virov energije? Kaj so obnovljivi viri energije? Odgovore na zastavljena vprašanja je najbolje predstaviti s primeri iz vsakdanjega življenja. Če jih ne moremo odpeljati do najbližje hidroelektrarne, vetrne elektrarne itd., je najboljši način, da jim te demonstriramo na modelih, zato smo izdelali model hidroelektrarne kot demonstracijski pripomoček.

POVZETEK

Ker je poskuse s hidroelektrarno nemogoče izvajati v šoli (ker pač nimamo HE), prav tako tudi ne v pravi hidroelektrarni (varnost, zagotavljanje elektrooskrbe ...), smo se odločili, da izdelamo učni model HE. V projektu, ki smo se ga udeležili v okviru natečaja kot primer dobre prakse pri predmetu URE in ENS, ki ga je razpisala Ekošola, je predstavljen model hidroelektrarne, ki smo ga izdelali v sklopu predmeta URE. S tem modelom kot učnim pripomočkom smo želeli predstaviti enega od možnih načinov izkoriščanja naravnih virov energije ter princip delovanja hidroelektrarne. Učni pripomoček je uporaben pri učenju tehnike in tehnologije ter fizike. Z njim lahko nazorno demonstriramo princip delovanja hidroelektrarne in razne načine pretvorbe energije. Namen izdelave makete je bil, da bi iz vodnega toka pridobili nekaj električne energije. Glavni cilj projekta je prikaz izkoriščanja vodne energije in moči vodnega toka. Model je zanimiv tudi zato, ker so ga dijaki lahko

izdelali sami in se tako še bolj seznanili s snovjo ter z izdelkom. Ob izdelavi so se veliko naučili o obdelavi materialov in uporabi različnih orodij. S tem modelom želimo prikazati le enega od načinov izrabe obnovljivih virov energije. Pri projektu je sodelovala skupina štirih dijakov ter mentor.

Ključne besede: model, hidroelektrarna, primer dobre prakse, učni pripomoček

ABSTRACT

Because it is impossible to carry out the experiments with the hydroelectric power plant at school (because we do not have one) as well as in a real hydroelectric power plant (safety, electricity supply ...), we decided to create a didactic model of a hydroelectric power plant. We participated in the project competition as an example of good practice in the course of URE and ENS, which was announced by Ekošola. We presented the model of a hydroelectric power plant which was produced as part of the URE. With this model as a didactic gadget we wanted to present one of the possible ways of exploiting natural energy sources and the principle of operation of the hydroelectric power plant. The didactic gadget is useful at learning techniques, technology and physics. We can clearly demonstrate the principle of the operation of the hydroelectric power station and some various manners of energy conversion. The purpose of making the model is to gain some electrical energy from the water flow. The main objective of the project is to demonstrate the exploitation of water energy and the power of water flow. The model is also interesting because the students are able to create it themselves and therefore become even more familiar with the substance and the product. While creating it they have learned a lot about the processing of materials and the use of various tools. With this model we want to show only one of the ways of using renewable energy sources. The project was attended by a group of four students and their mentor.

Key words: model, hydroelectric power station, good practice, didactic gadget

1 UVOD

Od zdavnaj se je človek udeleževal na treh velikih področjih tehnike z namenom, da bi si čim bolj olajšal življenje. Izdelava orodij iz kosti, kamna in lesa pomeni zametek današnje obdelovalne tehnike, izdelava opeke, bron in stekla z uporabo ognja, pa zametek današnje procesne tehnike. Obdelovalna tehnika se torej ukvarja s spremembami oblike snovi, procesna tehnika s spremembami strukture snovi, medtem ko se energetika ukvarja s spremembami oblike energije iz ene oblike v drugo, največkrat s spreminjanjem prvotne, primarne energije v drugo – tako, kakor želi porabnik. Energetika je dejavnost, ki oskrbuje gospodarstvo z energijo. Za spreminjanje ene oblike energije v drugo so potrebni energetski stroji in naprave.

Pogoni z vodnimi kolesi, pretvorniki vodne energije v mehansko rotacijsko obliko, so bili v največjem razcvetu ob koncu 18. stoletja. Poganjali so mline, žage ter stroje in naprave različnih delavnic. Pojav parnega stroja in fosilnih goriv je vodne pogone močno razredčil, pomen pa jim je začela vračati elektrifikacija pogonov in razvoja drugih potreb človeka ob koncu 19. stoletja. Vodne ali tudi hidroelektrarne so danes najpomembnejši vir obnovljive čiste električne energije. Ker koristijo energijo v okolju prisotne tekoče vode, je delež pokrivanja potreb po električni energiji v posameznih državah odvisen od geografskih danosti in njihovega razvoja. Slovenija je vodno relativno bogata država. V Sloveniji HE proizvedejo približno 1/3 električne energije, drugo dobimo iz jedrske energije in fosilnih elektrarn.

Energija, viri energije, električna energija, prihodnost oskrbe z energijo ... To so teme, ki so osrednjega pomena za prihodnost naše družbe in planeta. Zavedati se moramo, da se na svetu zaloge fosilnih goriv zelo hitro izčrpavajo in zaradi tega človeštvo v vedno večji meri koristi obnovljive energetske vire. Trenutno ima med obnovljivimi viri energije največjo vlogo vodna energija. To je zelo čista energija, saj njena pretvorba v električno energijo ne onesnažuje okolja s toplogrednimi plini. Pretvorba vodne energije v električno poteka v hidroelektrarnah, ki delujejo tako, da izrabljajo moč vodnega padca, od katerega je odvisna tudi moč elektrarn in posledično tudi količina proizvedene električne energije. Z mehanskega stališča hidroelektrarne delujejo tako, da se akumulirana potencialna energija vode v vtočnem kanalu hidroelektrarne spremeni v kinetično energijo močnega vodnega

toka. Ta deluje na turbinske lopatice, kar povzroči vrtenje turbine, pri tem pa se kinetična energija vodnega toka pretvarja v mehansko energijo. Na isti osi kot turbina je nameščen tudi električni generator, ki mehansko energijo vrteče se turbine in rotorja pretvori v električno energijo. Na svetu je kar 21,6 % električne energije proizvedene z izkoriščanjem hidroenergije. Temu trendu sledi tudi Slovenija, saj glede na dane naravne razmere pridobimo približno 30 % električne energije iz vodnih virov. Največji vodni potencial ima reka Drava, ki je tudi najbolj izkoriščena, prav tako pa na Dravi deluje tudi največja hidroelektrarna v Sloveniji.

V Sloveniji so zelo pomembne tudi male hidroelektrarne (MHE), ki so locirane na rekah z manjšim vodnim potencialom. Trenutno je v Sloveniji okoli 400 malih hidroelektrarn, ki so priključene na omrežje. Te elektrarne omogočajo energetska neodvisnost podeželja in zmanjšajo infrastrukturne stroške do oddaljenih predelov. Prva slovenska MHE, ki je proizvajala električno energijo za več porabnikov, je bila zgrajena že leta 1894 v Škofji Loki. Tudi Savinjsko območje se lahko pohvali z MHE, ki je bila zgrajena leta 1917. Ta elektrarna, ki je v obratovanju še sedaj, je v privatni lasti in je locirana na Strugi v Vrbju pri Žalcu. V preteklosti, pred približno 70 leti, je z elektriko oskrbovala gospodinjstva v Vrbju, Migojnicah in v Grižah.

Male hidroelektrarne imajo tudi vpliv na okolje, kar je odvisno od same gradnje MHE, dolžine in količine odvzema vode iz vodotoka in zagotavljanja ekološko sprejemljivega pretoka. Zajezitev vodotoka namreč migracijske poti, ki so pomembne za reprodukcijo vodnih organizmov, dokončno prekine. Prednost je, da lahko energijo proizvajajo ves čas, medtem ko so nekateri drugi obnovljivi viri omejeni.

Dejstvo je, da je vodna energija med najstabilnejšimi viri energije, kjer se ne sproščajo toplogredni plini, zato bo v naslednjih desetletjih vodna energija še vedno imela pomembno vlogo pri oskrbi z energijo, kar je v preteklosti predvideval že Nikola Tesla, ki je že leta 1915 izjavil: *»Moč vode je naš najdragocenejši vir pridobivanja neomejene količine brezplačne energije. Na tem mora človeštvo graditi svoje upanje za prihodnost«.*

1.1. ENERGIJA TEKOČIH VODA

Vodna energija je energija tekočih voda, kar je posledica gibanja naravnega vodnega kroga. V hidroelektrarnah tako izkoriščamo gravitacijsko silo, saj voda teče po hribu navzdol. Vse je posledica sončne energije, ki poganja naravni vodni krog. Energijo tekoče vode (kinetično energijo) nato pretvarjamo v električno energijo. Sončni žarki povzročajo izhlapevanje vode. Ta se v obliki hlapov dvigne med oblake in nato kot dež pade nazaj na zemljo. Voda se potem zbere v vodotokih in odteče v nižino. Razpoložljiva energija hidroelektrarn je odvisna od:

- višine vodnega padca in
- pretoka vode.

Višina vodnega padca je absolutna višinska razlika med gladino vode pred jezom HE in gladino vode za jezom HE, pretok vode pa je odvisen od količine padavin. V vodi, ki jo zadržujemo pred jezom, se zaradi razlike pri nivoju vode pred in za jezom akumulira energija, ki jo imenujemo potencialna energija. Potencialno energijo rečne in jezerske vode pretvarjamo v mehansko obliko za pogon električnih generatorjev z vodnimi turbinami. Energijski potenciali vode so neposredno odvisni od že zbrane vode v rekah in jezerih, posredno pa od padavin, taljenja ledu in snega, ponikanja in izhlapevanja vode ... Voda v jezerih je trajnejši energijski potencial, voda rek pa, če je na njeni poti proti morju ne vodimo prek vodnih turbin, odteče v morje, ne da bi izkoristili njen energijski potencial.

1.2. ZGODOVINA UPORABE MOČI VODE

Vodno energijo, ki je ena izmed najstarejših virov energije in tudi najpomembnejši obnovljivi vir energije, uporablja človeštvo že najmanj dve tisočletji. Tako je 21.6 % vse električne energije na svetu proizvedeno z izkoriščanjem energije vode oz. hidroenergije. Namesto človeka opravlja fizično delo voda. Uporabljali so jo v glavnem za direkten pogon mlinov, žag in črpalk ter drugih podobnih naprav. Kasneje so ljudje ugotovili, da lahko hidroenergijo pretvorijo v električno energijo. Ljudje so izkoriščanje hidroenergije v energetske namene skozi zgodovino le izpopolnjevali ter večali njen obseg. Rezultat tega razvoja so velike vodne elektrarne, ki imajo moč od nekaj 100 do nekaj 1000 MW. Danes se hidroenergija uporablja predvsem za proizvodnjo električne energije. Izkoriščanje vodne energije je odvisno od

mnogih geografskih in klimatskih pogojev. Nekatere države na ta način proizvedejo pretežni delež potrebne električne energije.

1.3. HIDROENERGIJA

Električna energija, ki jo pridobimo z izkoriščanjem energije vode, je obnovljiv vir energije, ki je trajen oziroma se v naravi stalno obnavlja. Je tudi čist vir energije, saj pri delovanju hidroelektrarne ne prihaja do nikakršnih odpadkov, emisij CO₂ in drugega onesnaževanja okolja. Hidroenergija (vodna energija) je energija, proizvedena z močjo vode v hidroelektrarnah. Vodni sistemi pretvarjajo potencialno energijo vode, ki teče z določenim padcem (ali višinsko razliko), v uporabno energijo. Izkoriščanje moči vode je cenejše od električne energije iz fosilnih goriv, tudi iz jedrskega goriva, prav tako ni izpustov ogljikovega dioksida. Slabosti izkoriščanja hidroenergije pa so, da so investicijski stroški veliki, razpoložljivost vode v različnih obdobjih leta niha, najboljše mesta za hidroelektrarne so že izkoriščena, predvsem pa, da je izgradnja hidroelektrarn velik poseg v okolje. Okrog akumulacije niha tudi nivo podzemnih voda, izgradnja akumulacijskih jezer pa pogosto zahteva potopitev velikih delov dolin ali sotesk, včasih tudi naselij. Raven vode tudi vpliva na rastlinski in živalski svet.

2 KAJ JE HIDROELEKTRARNA?

Je elektrarna, ki izrablja moč vodnega padca za pridobivanje električne energije. Razpoložljiva moč je odvisna od vodnega padca in pretoka vode, količina proizvedene energije pa je odvisna od trenutnega padca in pretoka vode. Postavljene so lahko v rečni strugi ali v umetnem kanalu, ki dovaja vodo iz rečne struge. V primeru manjšega pretoka in velikega padca je voda do elektrarne speljana po ceveh. Hidroelektrarne so najbolj ekološko neškodljive, kljub temu pa pomembno vplivajo na vodno floro in favno kakor tudi na naravno okolje. Ob izgradnji velikih elektrarn je treba urediti velika umetna akumulacijska jezera, ki potopijo velike površine zemlje in vplivajo na lokalno mikroklimo. Njihova postavitve tako predstavljajo velik poseg v okolje, ki se kaže kot vpliv na naravno okolje (sprememba klime, tal, reliefa, vodnega toka, struge itd.), vpliv na urbano okolje (sprememba prostora, odstranitev ali prestavitve obstoječih objektov itd.) ter vpliv na rastlinstvo in živalstvo. Male

hidroelektrarne so manjši objekti z močjo do 10 MW, postavljeni na manjših vodotokih, in predstavljajo manjši poseg v okolje. Lahko so povezane in oddajajo energijo v javno omrežje ali pa so samostojne in napajajo omejeno število porabnikov. Trenutno je postavljanje malih hidroelektrarn zaradi dolgotrajnih upravnih postopkov v upadanju. Male hidroelektrarne se od velikih razlikujejo po moči, sicer pa imajo podobno zgradbo in podoben način delovanja. Omrežne male HE imajo enake tehnične zahteve kot velike, ekonomsko in ekološko pa so lahko celo zahtevnejše. Male HE praviloma delujejo kot omrežne elektrarne, mini in mikro pa tudi kot samostojne elektrarne. Mikro sistemi so primerni za podeželske in od električnih omrežij odmaknjene kraje, piko sistemi pa pogosto služijo le za občasen pogon manjših električnih porabnikov in jim zadošča že majhno vodno zajetje.

2.1. KAKO DELUJE HIDROELEKTRARNA?

Akumulirana potencialna energija vode pred jezom se v vtočnem kanalu hidroelektrarne spremeni v kinetično energijo močnega vodnega toka. Ta deluje na turbinske lopatice, kar povzroči vrtenje turbine. Pri tem se kinetična energija vodnega toka pretvarja v mehansko energijo. Na isti osi kot turbina je nameščen tudi električni generator, ki mehansko energijo vrteče se turbine in rotorja pretvori v električno energijo. Velika večina slovenskih hidroelektrarn je pretočno-akumulacijskega tipa. Vsaka elektrarna dnevno izkorišča pretočni režim akumulacijskega jezera za proizvodnjo električne energije.

2.2. PREDNOSTI IN SLABOSTI VODNE ENERGIJE

PREDNOSTI

- gospodarnost: nizka cena električne energije, proizvedene v hidroelektrarnah
- nizkoogljičnost: med obratovanjem ne povzroča izpustov toplogrednih plinov
- izboljšanje poplavne varnosti

SLABOSTI

- nestanovitnost: količina proizvedene električne energije je odvisna od vremenskih pogojev oziroma količine padavin

- poseg v prostor: hidroelektrarne močno vplivajo na vodno floro in favno ter na naravno okolje

3 VRSTE HIDROELEKTRARN

Hidroelektrarna pretvarja energijo vodnega padca v električno energijo. Razpoložljiva energija hidroelektrarn je odvisna od višine vodnega padca in pretoka vode. V vodi, ki se zadržuje za jezom, se zaradi višine vodnega padca akumulira potencialna energija. Ko voda skozi vtočni kanal steče v turbino, se ta energija pretvori v mehansko energijo vrtenja turbine, generator pa vrtenje spremeni v električno energijo. Poznanih je več vrst vodnih turbin, od katerih je vsaka primerna samo v določenem območju, ki ga opredeljuje specifična vrtilna frekvenca. Ta je funkcija pretoka in vodnega padca: za velike padce so primerne enakotlačne Peltonove turbine, za srednje in manjše pa nadtladne Francisove in Kaplanove turbine.

3.1. PELTONOVA VODNA TURBINA

Peltonova turbina je enakotlačna vodna turbina s tangencialnim dotokom. Primerna je za majhne pretoke in velike padce od 60 do 2000 m. Peltonova turbina je lahko:

- horizontalna ali
- vertikalna.

Voda brizga iz šobe z veliko hitrostjo. Curek vode je usmerjen tangencialno na lopatice gonilnika. Voda udarja ob lopatice in oddaja gonilniku svojo kinetično energijo. Vodni curek brizga samo na nekaj lopatic, zato je gonilnik samo delno oblit z vodo. Druge lopatice gonilnika ne sprejemajo vodne energije. Pretok vode in s tem moč Peltonove turbine se uravnava s premikanjem igle v šobi; poleg igle v šobi imajo turbine še nož. Ta naprava pri razbremenitvi turbine takoj odreže curek, medtem ko igla počasi pripira šobe tako, da pri nepričakovani razbremenitvi ne pride do prekomernega povišanja tlaka v tlačnem cevovodu.



Slika1: Peltonova turbina

3.2. FRANCISOVA VODNA TURBINA

Je med najbolj pogosto uporabljenimi in deluje v območju od 40 do 240 vrtljaj/min. Uporabljajo se za srednje padce, in sicer od 2 do 200 m (male) in od 40 do 500 m (velike). Pri manjših padcih je turbina odprta, pri večjih pa je zaprta v spiralni okrov. Francisova turbina je nadtlačna, v katero priteka voda radialno skozi vodilnik. V gonilniku odda energijo in se preusmeri v aksialno smer. Francisovi gonilniki se razlikujejo po velikosti in po medsebojnem razmerju vtopnega in izstopnega premera ter po vstopni višini. Izkoristek take turbine je 0,9.

Francisova turbina je lahko:

- horizontalna ali
- vertikalna.



Slika2: Francisova turbina

3.3. KAPLANOVA VODNA TURBINA

Kaplanova vodna turbina je aksialna nadtlačna turbina, ki ima vtok radialen, iztok pa ksialen. Uporablja se za velike pretoke in manjše padce (do 70 m). Kaplanova turbina je nadgradnja Francisove turbine. Novost pri turbini so nastavljive lopatice na gonilniku in vodilniku, ki se premikajo koordinirano. Ravno zaradi teh lopatic lahko pri širokem razponu pretoka dosegamo zelo dobre izkoristke, tudi več kot 0,9. Obstaja tudi izvedba Kaplanovih turbin, kjer se premikajo le lopatice vodilnika, lopatice gonilnika pa so fiksne. Prednost te zasnove je enostavnejša konstrukcija, izkoristek pa je nižji in je dober le v ozkem območju pretoka.



Slika 3: Kaplanova turbina

3.4. BANKIJEVA VODNA TURBINA

Te turbine so po svojem delovanju enake Peltonovim. V šobi se oblikuje vodni curek, ki v gonilniku spremeni smer svojega gibanja in hitrost, s čimer odda svojo moč turbini. Razlikuje se le v konstrukciji, saj curek pravokotnega preseka poševno vstopa med lopate gonilnika. Znotraj gonilnika voda izstopa iz lopate, teče kot prosti curek s povečanim presekom in z zmanjšano hitrostjo skozi prazen prostor gonilnika, zatem ponovno vstopa med lopate in odda preostanek svoje moči. Voda teče tako skozi lopate dvakrat, zaradi česar menimo, da je ta turbina dvakrat boljša od ostalih, saj prejema moč vode dvakrat. To popolnoma ne drži, saj ob prvem prevzemu dobi 68 % moči vode, v drugem pa od 19 % moči. Tako Bankijevo turbino reguliramo tako, da tanjšamo njem curek bodisi s pomočjo regulacijskega jezika ali zasuka. Dobre lastnosti teh turbin so tudi čiščenje gonilnika ter možnost uporabe za padce od 2 do 150 metrov ter pretok od 20 do 1500 litrov na sekundo.

3.4.1. Uporabnost posameznih turbin

Strokovnjaki so zaradi gospodarnosti razvili takšne turbine, ki so za posamezna področja padcev in pretokov najcenejši, imajo primerno vrtilno hitrost, dolgo življenjsko dobo in potrebujejo najmanj gradbenih del. Gospodarnost se poveča tudi z različnimi konstrukcijskimi izvedbami.

3.4.2. Izkoristek turbin

Celo v najboljši turbini se med spreminjanjem moči vode mehanska moč spremeni. Še tako gladke notranje stene turbin ne morejo preprečiti izgubljanja moči zaradi trenja ob stenah. Tako dobimo na gredi turbine vedno nekoliko manj kW, kot jih vsebuje voda, ki teče skozi turbino. Pri polno odprtih in polno obremenjenih malih turbinah je izkoristek od 0,76-0,84, kar pomeni, da turbine spremenijo v koristno moč od 67 % do 84 % moči vode, odvisno od kakovosti, velikosti in izdelave turbine. Francisova turbina doseže največji izkoristek pri 80 % vrednosti toka, kar približno velja tudi za propellerske turbine z reguliranimi gonilnimi lopatami.

Glede na količino vode v akumulacijskem jezeru, način polnjenja jezera in način uporabe delimo hidroelektrarne na pretočne, akumulacijske, pretočno-akumulacijske in črpalno-akumulacijske.

- **Pretočne HE:** Izkoriščajo sproten dotok vode, njihova moč pa je prilagojena povprečnemu ali srednjemu pretoku. Pretočne elektrarne so tipično rečne elektrarne. Sproti koristijo velik pretok reke, ki jo na ustreznem mestu zaježimo le toliko, da ustvarimo vsaj sedem do osem metrsko razliko vodnih gladin za pogon turbin. Večjih zalog vode praviloma ne ustvarjamo, določena akumulacija vode pa omogoča krajše premoščanje manjšega pretoka reke. Pretočne vodne elektrarne so primerne za osnovno preskrbo omrežja z električno energijo, tok vode mora biti skozi vse leto čim bolj enakomeren. V Sloveniji večina rek zaradi močnega spreminjanja toka vode glede na letni čas ni primerna za postavitev takih elektrarn.
- **Akumulacijske HE:** Morajo imeti naravno ali umetno jezero, v katerem se akumulira voda. Akumulacijske HE se z vodo napajajo iz velikih, praviloma umetnih akumulacijskih jezer, ki jih ustvarimo z zaježitvami globokih gorskih sotesk in

kanjonov. Z vodo jih polnijo manjši vodotoki, hudourniki ter topeča se sneg in led. Velike akumulacijske elektrarne lahko brez dotoka delujejo z nazivnim pretokom in močjo turbin tudi več mesecev. Razlikujemo:

- dnevno akumulacijo vode (manjši jezovi), npr. Vodne elektrarne na Dravi,
 - tedensko akumulacijo vode (večji jezovi in pregrade) in
 - letno akumulacijo vode (dolinske pregrade).
- **Črpalno-akumulacijske HE:** Te vrste HE praviloma ne pretvarjajo energije vodotokov neposredno v električno, ampak koristijo njihovo neizkoriščeno vodo ter manjke energije. Električno energijo shranjujejo v obliki potencialne energije vode, ki jo ponovno pretvarjajo v električno, ko je ta v omrežju najbolj potrebna.

3.5. OGLED NUKLEARNE ELEKTRARNE IN HIDROELEKTRARNE KRŠKO

Dijaki so v mesecu marcu s profesorji odšli na strokovno ekskurzijo v Krško. Pred obiskom smo imeli kratek uvod v energetiko. Dijaki so spoznali različne vrste elektrarn, ki jih imamo v Sloveniji, in njihove značilnosti. Spoznali so tudi, kako lahko izkoriščamo različne naravne vire za pridobivanje energije in pretvarjanje te energije v koristno delo. Predstavniki Nuklearne elektrarne Krško so nas najprej sprejeli v prostorih GEN, kjer so nas sprejeli in pozdravili tudi predstavniki Društva seniorjev menedžerjev in strokovnjakov iz Posavja. Po kratkem pogovoru z njimi smo se seznanili z zgodovino NEK-a in s priložnostmi, ki jih slovenski energetiki nudi izgradnja novega bloka jedrske elektrarne. Zelo nazorno in sistematično smo bili seznanjeni z njihovo dejavnostjo in s poslanstvom. Ob predstavitvi smo spoznali celoten krog oskrbe z električno energijo, kjer so še posebej poudarili odgovoren odnos do okolja pri proizvodnji in oskrbovanju z jedrsko in vodno energijo. Poudarili so tudi konkurenčnost pri ceni njihove energije. Za kratek čas smo se zadržali tudi v njihovi sobi za eksperimentiranje. Po temeljitih varnostnih ukrepih je sledil ogled Nuklearne elektrarne Krško. Razdelili so nas v dve skupini in popeljali v proizvodne prostore. Poseben vtis je na nas naredila »komandna soba«. Zadovoljni in polni novih vtisov smo se poslovili, se zahvalili za tako širok in strokovni prikaz, ki nas je seznanil z zahtevno tehnologijo pridobivanja električne energije. Po ogledu nuklearke je sledil še organiziran ogled Hidroelektrarne Krško. Drugačna elektrarna, drugačna tehnologija, a spet polno zanimivosti. HE Krško je četrta hidroelektrarna v verigi šestih HE na spodnji Savi z nazivno močjo 39 MW. Je pretočno akumulacijskega tipa z nameščenimi tremi vertikalnimi agregati . HE Krško v slovenski elektroenergetski sistem

prispeva približno en odstotek trenutne letne proizvodnje električne energije v Sloveniji. Na HE smo si ogledali najprej strojniški del, to so turbine, ki so bile nadvse zanimive predvsem za "nas strojnike". Na kratko so nam razložili tudi potek same izgradnje HE. Po ogledu turbin in notranjosti HE smo si ogledali prelivna polja, ki jih je na obstoječem objektu pet. Pogled na velike zapornice prelivnih polj od blizu je bil res impresiven. Da pregrada v reki ne bi škodovala življenju organizmov v reki, predvsem ribam, je poskrbljeno tako kot pri vsaki večji inženirski pregradi z ustrezno izgradnjo ribje steze.

3.6. MODEL HIRDOELEKTRARNE

Za to elektrarno smo dobili idejo med uro energetike, saj je bilo potrebno narediti projekt, ki bo prikazoval izkoriščanje obnovljivih virov energije. Za razliko od ostalih smo hoteli narediti nekaj, kar dejansko deluje in nazorno prikazuje izkoriščanje obnovljivih virov energije. Za hidroelektrarno smo se odločili zato, ker imamo v Vrbju pravo hidroelektrarno. V projektu je sodelovala skupina dijakov, model pa je nastajal na domu enega izmed dijakov, ki ima dobro opremljeno delavnico.

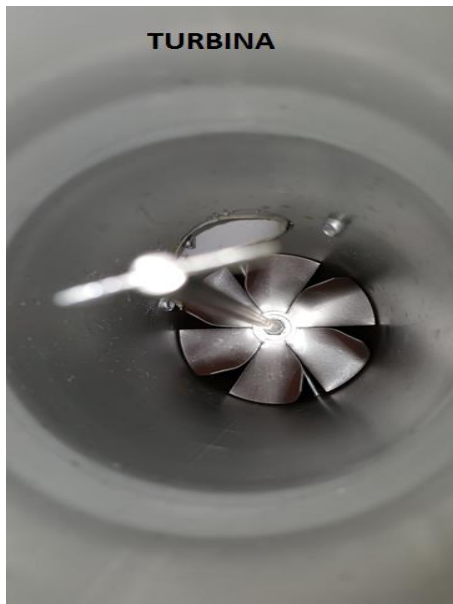
Model hidroelektrarne smo izdelali kot učni pripomoček, ker se nam zdi, da je zelo pomembno, da lahko predstavimo, kako delujejo naprave, ki pretvarjajo eno obliko energije v drugo. Hidroelektrarne izkoriščajo naravni obnovljivi vir – vodo. Z modelom lahko prikažemo, na kakšen način hidroelektrarna deluje. Dijaki lahko vidijo, da je to ekološko čisti postopek, s katerim se ne onesnažuje okolja, saj voda ne pride v stik z umazanimi, ekološko spornimi snovmi. Prikazan je način prenosa od vodnega kolesa in turbine do generatorja električnega toka.



Slika 4: Maketa hidroelektrarne



Slika 5: Ogrodje iz plastičnih cevi



Slika 6: Turbina



Slika 7: Komponente za VU-meter



Slika 8: Bat črpalke

3.7. UPORABA MODELA IN DELOVANJE

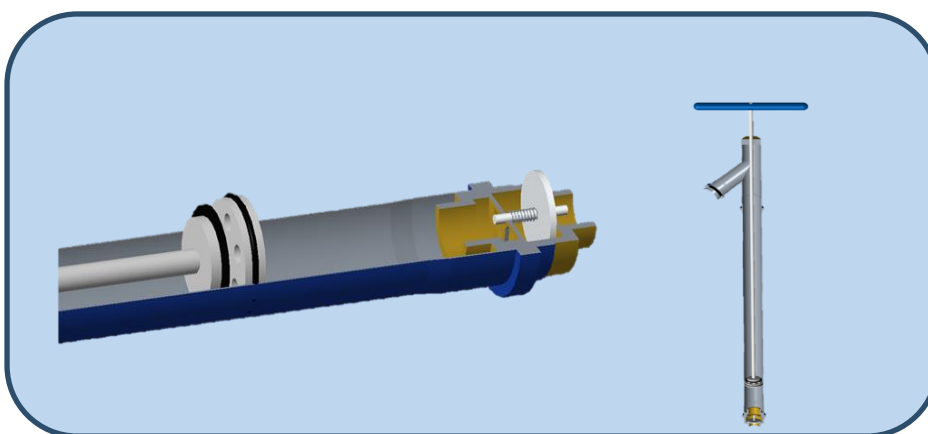
Model hidroelektrarne lahko uporabimo tako v učilnici kot tudi na prostem. V učilnici moramo paziti, da je model turbine viden vsem učencem. Tudi sam model je narejen v dovolj velikem merilu, da ga lahko pri demonstraciji vidijo vsi. Dijakom je na začetku demonstracije potrebno obrazložiti posamezne dele, in sicer: kaj je turbina, kako je sestavljena ... Pri sestavi turbine lahko ugotovijo, katera oblika lopatic bi bila najbolj primerna za čim večji izkoristek energije vode, ki gre skozi turbino.

Dijaki poskušajo najti odgovore na naslednja vprašanja:

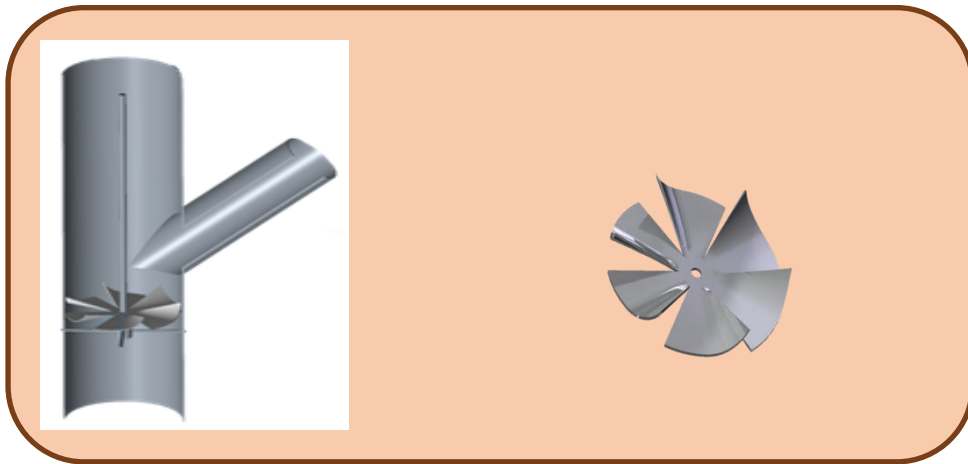
- čemu je turbina namenjena
- kako poteka prenos energije padajoče vode do električnega generatorja
- kako pomembna je velikost turbine ter kakšne so prednosti manjše in večje turbine
- kako deluje generator električne napetosti
- kako generator pretvarja mehansko energijo v električno

Naš generator (dinamo) lahko primerjamo s pravimi generatorji v elektrarnah. S pomočjo modela HE lahko dijaki vidijo, da s takšnim načinom izrabe energije ne onesnažujemo okolja in narave. Seveda se lahko tudi pogovorimo, kaj se dogaja z naravo med samo gradnjo hidroelektrarne. Ko se akumulacijsko jezero polni, uniči dobršen del ekosistema s tem, ko ga potopi.

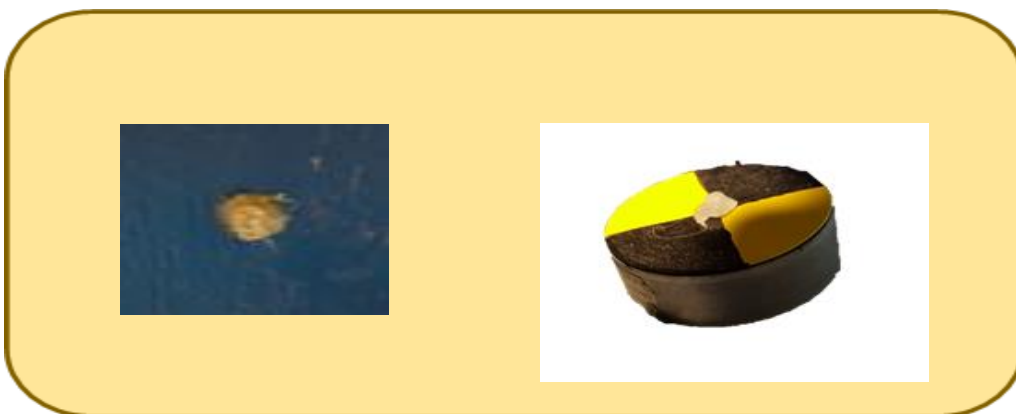
1. Črpalka posepa in potisne vodo do vrha črpalne cevi. Da lahko črpalka deluje, ima na batu in na dnu nepovratni ventil.



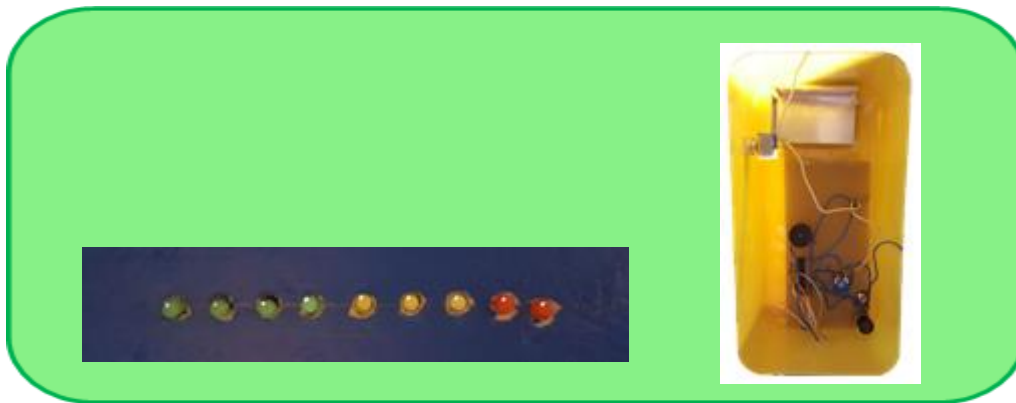
2. Voda z naklonom po cevi steče na turbino. Turbina je kaplanova turbina s šestimi lopaticami, pritrjena je na os, ki prenaša mehansko energijo s turbine na generator.



3. Turbina poganja generator, koračni motor iz tiskalnika, ki je direktno vezan na dve led lučki, ki se prižgeta takoj, ko začne proizvajati elektriko. Generator je vezan na VU-meter, ki pokaže, kolikšna je proizvodnja elektrike.



4. VU-meter izmeri in kasneje tudi prikaže moč električnega toka, ki ga je elektrarna proizvedla. Sestavljajo ga: gretz, lm-3914 (čip), LED lučke, upori, kabli, 9V baterija, buzzer, stikalo, trimer, sestavna plošča.



3.8. KAJ SMO SE NAUČILI?

- Spoznali smo opremo za spajkanje in se naučili spajkati. Znanje bomo lahko uporabili tudi drugje.
- Spoznali smo, da LED dioda deluje le, če jo priključimo pravilno, saj poznamo enosmerni in izmenični tok (pri izmeničnem teh težav ni).
- Spoznali smo, kako deluje elektromotor. Elektromotor lahko proizvaja tudi enosmerni električni tok.
- Naučili smo se povezati delujoči električni krog.
- Spoznali oziroma ponovili smo elemente, ki jih ima vsaka HE, in njihov pomen za proizvodnjo električne energije.
- Ugotovili smo, da je težko izdelati model, ki bi proizvajal dovolj električne energije. Taka proizvodnja je zelo zahtevna in v HE morajo opraviti precej več dela, da proizvedejo dovolj električne energije.
- Moč HE je mogoče s pretokom vode enostavno prilagajati potrebam po električni energiji.
- Spoznali smo vrste vodnih turbin.
- Primerjali smo različne tipe elektrarn glede na njihovo ekonomičnost in njihov vpliv na okolje.
- Spoznali smo možnost izkoriščanja obnovljivih virov energije ter uporabe sistemov v lastnem okolju.

3.9. VPLIVI NA OKOLJE

Ta oblika elektrarne je med najbolj gospodarnimi in ekološko neškodljivimi, kljub temu pa pomembno vpliva na vodno floro in favno ter na naravno okolje. Izgradnja velikih elektrarn je pogosto povezana z ustvarjanjem velikih umetnih akumulacijskih jezer, ki lahko potopijo velike površine zemlje ali celo vplivajo na lokalno mikroklimo. Nihanja vodne gladine lahko povzročajo erozijo brežin rek ali jezer. Ob jezovih elektrarn se voda umiri, na dno se usedajo usedline, ki jih je reka nekoč odnašala s seboj. Izgradnja jezov oteži naravne selitve rečnih živali. Hidroelektrarne ogrožajo tudi obstoj življenja, saj zmanjšujejo količino kisika v vodi in zaradi tega pride do zadušitve rib in ostalih rečnih živali.

Hidroelektrarne še desetletja ne bodo izgubile svoje pomembnosti. Nasprotno, gradnja vodnih elektrarn bo močno pridobila na veljavi ter na področjih, kjer doslej vodna energija še ni bila izkoriščana. Tehnični problemi so znani, strokovnjaki jih obvladujejo, velikost postrojenj je odvisna le od zemljepisne lege in razpoložljivega pretoka vode. Pri gradnji hidroelektrarn gre za precejšnji poseg v naravo, kljub temu pa vpliv na okolje z gradnjo hidroelektrarn ni bistveno negativen, včasih je celo pozitiven.

Slabe strani pri gradnji hidroelektrarn:

- izguba obdelovalne zemlje,
- premestitev cest in zgradb,
- sprememba višine talne vode v okolici elektrarne,
- povečanje megle,
- spreminjanje gladine jezera,
- slabše razkrajanje organskih snovi zaradi zmanjšane količine kisika v vodi,
- zasipavanje jezera zaradi stalnega kopičenja naplavin.

Dobre strani pri gradnji hidroelektrarn:

- učinkovito namakanje zemlje,
- boljša preskrba s pitno vodo,
- meliorirana okoliška zemlja in preprečitev možnosti poplav,
- urejena plovba.

Velike rečne in akumulacijske HE in HE na plimovanje so lahko zaradi načina umeščanja v prostor sporne. Ekosistem zajezenega območja je lahko močno prizadet, naravni tok življenja (npr. v reki) je prekinjen, turbine predstavljajo veliko nevarnost, prekinjena je lahko tudi plovnost. Nekoliko bolj specifičen okoljski problem predstavljajo male HE, saj je biotska raznovrstnost alpskih vodotokov pogosto veliko bolj ranljiva od tiste v nižinskih rekah. Za lokacijo male HE so energetske bolj zanimivi zgornji tokovi vodotokov, kjer so padci vode največji. To so soteske ali grape, kjer je naravna krajina hkrati najbolj ohranjena in najbolj občutljiva.

Hidroelektrarne lahko na okolje vplivajo na več načinov. Vplivi so vidni v spremenjeni pokrajini in spremenjeni gladini talne vode, odražajo pa se tudi v značilnostih vodotoka ter življenjskem prostoru v reki in ob njej. Hidroelektrarne so zgrajene neposredno ob in na vodni površini. Nekateri strojni deli vsebujejo tudi za okolje nevarne snovi. Nevarnost za okolje povzročajo predvsem velike količine turbinskih in transformatorskih olj. Izlive v reko in v podtalnico ob primerih okvar se preprečuje z ustreznimi lovilci olj. Najbolj viden vpliv izgradnje in obratovanja vodnih elektrarn je postopno zmanjševanje akumulacij, kar je še posebej očitno v širokih akumulacijskih jezerih. Hidroelektrarne ogrožajo tudi obstoj življenja, saj zmanjšujejo količino kisika v vodi in zaradi tega lahko pride do zadušitve rib. Hidroelektrarne predstavljajo dober potencial za pridobivanje električne energije, ne da bi izrabljali naravne vire. Res je, da se življenje v vodi uničuje. Menim, da se bo tehnologija sčasoma še toliko izpopolnila, da bodo tudi z ekološkega vidika hidroelektrarne najboljši način za pridobivanje električne energije.

3.10. EKONOMIJA VODNIH ELEKTRARN

HE so glede na razpoložljivost in ceno električne energije najugodnejša možnost pridobivanja energije iz obnovljivih virov. Stroški izgradnje HE so visoki, toda HE letno proizvajajo velike količine energije, voda je brezplačna, stroški vzdrževanja in maloštevilnega osebja so nizki. Avtomatizirane, daljinsko vodene HE delujejo brez posadk ..., zato je strošek proizvodnje kWh energije HE lahko med vsemi elektrarnami najnižji. Življenjska doba

gradbenega dela HE je okrog 80 let, strojnega okrog 40 let, investicijski strošek v gradbeni del pa je okrog dobre polovice investicije novogradnje. Cena kWh novih HE je zaradi zahtevnejših gradenj višja od cene starejših HE, okoljski standardi so visoki, postopki priprav novogradnje pa so dolgotrajni. Podobno velja za male HE, le da so kratkoročna tveganja, še posebej v času sušnih let in vračanja kreditov, lahko precej večja. Ob dobrem načrtovanju in ugodnem financiranju ter pričakovanem obratovanju in ustreznem vzdrževanju male HE je naložba v male HE po današnjih kriterijih dolgoročno finančno vzdržna.

4 ZAKLJUČEK

Danes si življenja brez naprav, ki delujejo s pomočjo električne energije, ne znamo predstavljati. Vsi (na primer industrija, železnice, gospodinjstva ...) smo tako odvisni od elektrike, da vsaka prekinitev dobave električne energije zelo oteži vsakdanje življenje ter povzroči veliko škode na delovnih mestih. V dobrih sto letih je elektrika iz laboratorijev ljudi, ki so jih ostali imeli za čudake (tako kot Nikolo Teslo), prišla skoraj do zadnjega kotička sveta. Električno nam po žicah dobavljajo elektrarne, te pa se med seboj razlikujejo glede na vir energije, ki ga pretvarjajo v električno. Poznamo jedrske elektrarne, termoelektrarne, hidroelektrarne ter elektrarne, ki uporabljajo alternativne vire energije (sonce, veter, plimovanje morja ...). V termoelektrarnah in jedrskih elektrarnah turbine poganja para, ki nastaja s segrevanjem vode v uparjalnikih. Za segrevanje vode termoelektrarne uporabljajo različna goriva: fosilna ali trda goriva (premog, les), plin ali kurilno olje, jedrske elektrarne pa uporabljajo toploto, ki je posledica jedrskih reakcij, točneje cepljenja delcev. Hidroelektrarne za pridobivanje električne energije potrebujejo moč vodnega toka, zato se hidroelektrarne uvrščajo med najčistejše vire pridobivanja električne energije.

Z uporabo modela, ki smo ga naredili pri predmetu URE, se da nazorno demonstrirati prenos in pretvorbo energije. Model je zanimiv tudi zato, ker so ga lahko dijaki izdelali sami ter povezali teorijo s prakso. Z izdelavo modela so pridobili nova znanja o obdelavi materialov in uporabi različnih orodij. Zavedamo se, da s tem izdelkom oz. modelom dijakom prikažemo samo enega od načinov izrabe obnovljivih virov energije. Prihodnji koraki, povezani s projektom, so, da bodo dijaki ključni akterji projektnih aktivnosti v razredu. Skupina dijakov bo sestavni del projektnega tima, ki bo načrtoval projektne aktivnosti in razvijal inovativni

pristop k izboljšanju obstoječega modela. Ostali dijaki bodo aktivno sodelovali pri fotografiranju in ocenjevanju, njihova naloga pa bo tudi snemanje in obdelovanje slikovnega in video gradiva, ki bo služilo za diseminacijo projektnih aktivnosti in projektnih rezultatov ter evalvacijo projektnih aktivnosti.

Izraba obnovljivih virov je še vedno v rokah ljudi, ki okolje spoštujejo. Ob pravilni in uravnoteženi izrabi posameznih obnovljivih virov energije, uvajanju novih tehnologij in izrabljanju do sedaj malo izkoriščanih virov bi lahko živeli lepše, ceneje in bolj zdravo. Z malo dobre volje in s trdim delom se da marsikaj narediti. Ohranimo naravo lepo, saj s tem koristimo tudi sebi.

S projektno nalogo smo želeli predstaviti vsebine proizvodnih sistemov (splošnih teoretičnih izhodišč in konkretnih primerov iz prakse) v povezavi z vsebinami učnega načrta pri predmetu Učinkovita raba energije, jih poskušali med seboj povezati ter omogočiti dijakom boljše razumevanje tovrstnih vsebin.

4 VIRI IN LITERATURA

<http://ekoglobal.net/male-hidroelektrarne/>

<http://www.esvet.si/vodna-energija>

Glas Savinjske, letnik 3, št. 65/1997, str. 7, Žalec, 1997.

Matija, Tuma, in Mihael, Sekavčnik. 2004. Energetski sistemi: Preskrba z električno energijo in toploto. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo. ISBN 961-62-38-xx-x.

<https://www.ece.si/dom/ustvarjanje-energije/hidroelektrarna/>

http://www.mladi-svet-energije.si/si/o-ure_2/nacini-proizvodnje-elektricne-energije/hidroelektrarna

http://www.s-gimorm.mb.edus.si/Projektne/2007/slapovi/jernej/niagarski_slapovi.html

Žalar, Zdravko. 2016. Obnovljivi viri energije: Učbenik za srednje strokovne in poklicne šole. Ljubljana: Book Store.si. ISBN 978-94014-0-8.