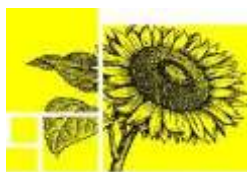


Gimnazija Ptuj



GIMNAZIJA
PTUJ

Ozaveščenost ljudi o pomenu in varnosti jedrske energije

Področje fizike in sociologije

Raziskovalna naloga

Avtorja: Maja Kokot

Danijel Kosi

Mentorica: Jasmina Jančič, prof.

Somentorica: Alenka Bukovič, prof.

Ptuj, 2013

Zahvala

Zahvaljujeva se mentoricama Jasmini Jančič, profesorici fizike, in Alenki Bukovič, profesorici sociologije, za pomoč pri pridobivanju rezultatov in razvijanju raziskovalne naloge. Zahvala pa gre tudi dr. Igorju Jenčiču in njegovim sodelavcem na Rektorskem Centru Podgorica Inštituta Jožef Stefana, kjer so naju sprejeli, odgovarjali na najina vprašanja, nama omogočili ogled jedrskega reaktorja in tako veliko pomagali pri teoretičnem delu raziskovalne naloge.

Kazalo

Povzetek	4
1. Uvod	6
1.1. Hipoteze	6
2. Teoretični del.....	7
3. Empirični del.....	13
3.1. Metodologija	13
4. Rezultati.....	14
4.1. Nevarnost jedrskih elektrarn.....	14
4.2. Ekološkost jedrskih elektrarn.....	15
4.3. Potreba po gradnji drugega bloka NEK.....	16
4.4. Prepoved jedrskih elektrarn.....	17
5. Zaključek.....	18
6. Viri.....	19
6.1. Viri slik.....	19
7. Priloge.....	20
7.1. Anketni vprašalnik	20
7.2. PowerPoint predstavitev za dijake.....	21

Kazalo slik

Slika 1: Chicago Pile 1	7
Slika 2: Gorivna palica za reaktor na IJŠ	7
Slika 3: Gorivni element v NEK	8
Slika 4: Bazen z izrabljenim gorivom	9
Slika 5: Stiskljivi odpadki.....	10
Slika 6: Odlagališče nizko radioaktivnih odpadkov.....	10
Slika 7: Termoelektrarna Šoštanj.....	11
Slika 8: Sončna elektrarna	11
Slika 9: Nuklearna elektrarna Krško	12
Slika 10: Nevarnost jedrske energije	14
Slika 11: Ekološkost jedrske energije.....	15
Slika 12: Potreba po gradnji drugega bloka NEK.....	16
Slika 13: Prepoved jedrskih elektrarn.....	17

Povzetek

V raziskovalni nalogi sva hotela ugotoviti, koliko in predvsem kaj dijaki vedo o jedrski energiji, o radioaktivnih odpadkih, o ravnanju z radioaktivnimi odpadki in kako sprejemljiva se jim zdi uporaba jedrske energije.

Raziskovanja sva se lotila tako, da sva pripravila predstavitev s programom PowerPoint, v kateri sva predstavila ključne značilnosti jedrske energije. Povedala sva nekaj o izkoriščanju jedrske energije, o njeni uporabi, predstavila delovanje jedrskega reaktorja in jedrske elektrarne. Poudarek je bil tudi na jedrskih odpadkih, ki pri tem nastajajo, in njihovem vplivu na okolje, saj sva sklepala, da imajo ljudje pred jedrsko energijo strah prav zaradi odpadkov in zaradi nekaj hudih nesreč, ki so se zgodile v jedrskih elektrarnah (v preteklosti). Primer je nesreča, ki se je zgodila leta 1986 v Černobilu. Povzročila je veliko škodljivih posledic na ljudeh in je pri nas bila bolj odmevna. Večina nesreč se je pripetila zaradi človeških napak. Pred dvema letoma pa se je nesreča zgodila tudi na Fokušimi, kjer pa je bil vzrok za nesrečo velik cunami, ki je onesposobil vse električne naprave v elektrarni. Pri tej nesreči večjih posledic na ljudeh ni bilo, saj so jih pravočasno evakuirali. Škoda je bila predvsem na ekonomskem in socialnem področju.

Pripravljeno gradivo sva predstavila v dveh oddelkih tretjih letnikov in po predstavitvi razdelila ankete. V treh oddelkih sva ankete razdelila brez predstavitve. Ko sva primerjala rezultate, sva ugotovila, da dijaki, ki so predstavitev poslušali, jedrske energije niso ocenjevali kot tako nevarne in težko nadzorovane kot tisti, ki predstavitve niso poslušali. Iz tega sklepava, da so dijaki na tem področju premalo informirani.

Čeprav je v Sloveniji zaenkrat dovolj strokovnjakov za jedrsko energijo, bi se moralo to znanje prenesti tudi na druge, ki imajo o tem premalo znanja. Pridobljeno znanje imajo ponavadi iz različnih medijev, vendar so te informacije velikokrat enostranske in ljudem vlivajo nepotreben strah. Potrebno se je zavedati, da imajo vse elektrarne določen vpliv na okolje. Šele ko primerjamo pozitivne in negativne vidike različnih načinov pridobivanja energije, se lahko odločimo za najprimernejšega v dani situaciji.

Abstract

In our research project we wanted to determine what particular knowledge some students have about nuclear energy. We addressed our research in such a way that we prepared a presentation in PowerPoint, in which we introduced the key features of nuclear energy. We told you about the exploitation of nuclear energy, its use, operation of a nuclear reactor and nuclear power in general. Emphasis was also placed on nuclear waste which come to existence and their impact on the environment, we're finding that people have the fear of nuclear energy because of the waste, which can lead to serious accidents with incorrect handling. An accident , which caused a lot of harm to people more notable to us occurred in 1986 at Chernobyl. The accident occurred due to human error. Two years ago, the accident occurred on Fukushima, where the cause of the accident was a

major tsunami that disabled the electrical equipment in the power plant. In this accident consequences on humans were not major since they were evacuated in time. The damage was mainly in the economic and social fields. We prepared and presented the presentations in two classes, after the presentation we distributed surveys. We distributed surveys in three other classes without representation. We noticed differences between the surveys, we found that students who listened to the presentation of nuclear energy didn't evaluate nuclear energy as dangerous and difficult to handle while those who have not listened to presentations have evaluated nuclear energy as dangerous and hard to handle. We conclude from this that the students in this area are not sufficiently informed about nuclear energy. Although there are enough experts for nuclear energy in Slovenia, this knowledge should be transferred to people who don't have enough knowledge about it. False knowledge about nuclear energy is usually acquired from various media for which we know that often over rates and influences people with fear.

Key words: awareness of nuclear energy, nuclear waste, knowledge gained from the media, fear people - psychological problem.

1. Uvod

Danes si večina ljudi ne zna predstavljati življenja brez električne energije. Uporabljamo jo skoraj na vsakem koraku življenja, vendar le malokdo ve, kakšne so prednosti in slabosti različnih načinov njenega pridobivanja. Najin namen je bil, da ugotoviva, kakšna so stališča ljudi do jedrske energije. Zanimalo naju je, ali imajo ljudje res premalo znanja o njej in zato pred jedrsko energijo preveč strahu. Jedrska energija je namreč varna za okolje in ljudi, če se z njo pravilno ravna, vendar imajo ljudje pred njeno uporabo predsodke, saj zaradi pristranskih medijev, ki v iskanju udarnih novic nevarnosti velikokrat "napihnejo", saj menijo, da bi jo lahko nadomestili z drugimi, manj nevarnimi vrstami energij. S predstavitvijo sva želela dijake seznaniti o jedrski energiji, njenih prednostih in slabostih ter jih prepričati, da je jedrska energija varen in ekološko sprejemljiv način pridobivanja električne energije.

1.1. Hipoteze:

- Ljudje so o jedrski energiji slabo ozaveščeni.
- Nepoznavanje na področju jedrske energije vpliva na to, da ljudje jedrsko energijo dojemajo kot nevarno in nenadzorovano.
- Po mnenju ljudi so druge elektrarne (npr. elektrarne na alternativne vire, kot so vetrne in sončne ter termoelektrarne) bolj ekološke kot jedrske elektrarne.

Raziskovalne naloge sva se lotila tako, da sva najprej o jedrski energiji prebrala veliko literature. Obiskala sva učni Reaktorski center Inštituta Jožef Stefan v Podgorici pri Ljubljani, kjer sva se pogovarjali z dr. Igorjem Jenčičem in njegovimi sodelavci, ki so odgovorili na vsa vprašanja, ki sva jih še imela. Ogledala sva si reaktor TRIGA v Reaktorskem centru in se tako v živo srečala z jedrsko energijo in se preričala o njeni varnosti. Nato sva izvedla predstavitev in sestavila ankete. Predstavitve sva izvedla v dveh oddelkih tretjih letnikov. Po predstavitvi so dijaki izpolnili anketo. Anketo so izpolnili tudi dijaki treh oddelkov tretjih letnikov, ki predstavitve niso poslušali. Ankete sva pregledala, jih analizirala in na osnovi rezultatov anketiranja sklepala o pravilnosti hipotez, ki sva jih postavila.

2. Teoretični del

Jedrska energija je zelo pomemben vir energije na zemlji. Uran, ki se v večini uporablja kot jedrsko gorivo, je prvi odkril Martin Heinrich Klaproth v rudi smolvca. Leta 1942 je Erico Fermi sestavil prvi jedrski reaktor, ki se je imenoval Chicago Pile 1, 12 let kasneje pa je bila v Sovjetski zvezi zgrajena prva jedrska elektrarna (NEK: Razvoj, 2013).



Slika 1: Chicago Pile 1

Jedrske elektrarne za svoje delovanje potrebujejo gorivo, ki je v večini uran 235. Zanj in za druge težke elemente je značilna, da so nestabilni in zato naključno razpadajo v lažja jedra. Ta naraven pojav se imenuje cepitev jedra oz. jedrska fizija. V jedrski elektrarni je cepitev jeder nadzorovana in poteka v jedrskem reaktorju. Jedrski reaktor je zgrajen iz reaktorske posode, sredice reaktorja, regulacijskih palic, moderatorja in hladila. Sredica reaktorja je v reaktorski posodi, v njej pa poteka fizija uranovih jeder. Obogaten uran je stisnjen v gorivne tabletko. Ena tabletko obogatene urana ima zelo veliko kalorično vrednost. Iz nje dobimo približno toliko energije, kot bi je dobili iz treh sodov nafte ali iz ene tone premoga. Tabletko obogatene urana so naložene v gorivne palice, kjer so neprodušno zaprte. Več gorivnih palic pa skupaj sestavlja gorivni element. V NEK je gorivnih elementov 121 (NEK: Jedrsko gorivo, 2013).



Slika 2: Gorivna palica za reaktor na IJŠ



Slika 3: Gorivni element v NEK

Okrog gorivnih elementov je primarno hladilo, ki ves čas ohlaja reaktor tako, da odvaja toploto iz reaktorja. Toplota iz primarnega kroga v uparjalniku segreva vodo v sekundarnem krogu, da se upari. Para poganja električni generator, ki proizvaja električno energijo. Para se po prehodu skozi generator ohladi, utekočini in vrne v uparjalnik. Za hladilo se ponavadi uporablja navadna voda, ker je najcenejša, lahko pa tudi težka voda, plin ali tekoča kovina. Kot produkt pri jedrski fiziji nastaneta 2 novi srednje težki jedri oz. razcepki, 2 do 3 nevtroni, ki povzročajo nove cepitve jeder urana 235, toplota in radioaktivno sevanje, ki se z različnimi zaščitnimi pregradami ustavi, tako da je nenevarno za okolje. Novonastali elektroni imajo zelo velike hitrosti. V reaktorju je snov, moderator, ki hitrost elektronov zmanjša. S tem se poveča verjetnost, da bo nevtron cepil drugo jedro urana. Moderator je lahko voda, težka voda ali grafit. Za verižno reakcijo, ki se mora vzdržeti v reaktorju, je potreben le en nevtron, višek se mora odstraniti. Primarnemu hladilu v reaktorju, ki je navadno voda, je zato dodan bor, ki je močan absorber nevtronov. Del gorivnega elementa so še absorpcijske palice. Te prav tako vsarkavajo elektrone in zagotavljajo, da se v reaktorju ne cepi preveč jeder urana. Z absorpcijskimi palicami nadzorujejo moč reaktorja (NEK: Jedrski reaktor, 2013).

Jedrski elektrarna ima še veliko drugih samodejnih varnostnih sistemov, ki ob kakršni koli zaznavni napaki reaktor oz. fizijo jeder v njem takoj ustavijo. Že samo gorivo je takšno, da njegove naravne lastnosti ne dovoljujejo neomejeno naraščanje moči in se ob vsakem povečanju moči sprožijo učinki zaviranja nadaljnje rasti moči.

Ko se gorivo izrabljuje, ga zamenjajo z drugim. V atomih izrabljenega urana 235 še vedno poteka cepitev jeder, vendar je reakcij premalo za delovanje jedrske elektrarne. Zaradi aktivnosti v izrabljenem gorivu se proizvaja toplota, ki jo je potrebno še naprej odvajati, da se gorivo ne pregreje, poškoduje ali stali. Gorivo je zato odloženo v bazenih, napolnjenih z vodo. Voda hladi gorivo in ščiti okolico pred sevanjem. Kasneje se gorivo skladišči v odlagališčih, zgrajenih posebej za ta namen, kjer se še naprej odvaja toplota z zrakom. Izrabljeno jedrsko gorivo spada med visoko radioaktivne jedrske odpadke. Če gorivo ne bi bilo pravilno skladiščeno, bi lahko bile posledice zelo škodljive za ljudi in okolje, ker bi se širilo radioaktivno sevanje. Ključno je, da z visoko radioaktivnimi odpadki upravljajo strokovnjaki (NEK: Skrb za odpadke, 2013).

Večina radioaktivnih odpadkov, ki nastanejo v jedrski elektrarni, so nizko in srednje radioaktivni. To so na primer ionski izmenjevalniki, filtrski vložki, zaščitne obleke, maske in podobno. Stisljive odpadke stisnejo in zaprejo v sode. Za te odpadke se uporablja tunelsko odlaganje ali plitvo zakopavanje. Če vse to poteka znotraj varnostnih pregrad, kot je predpisano, so jedrski odpadki popolnoma nenevarni.



Slika 4: Bazen z izrabljenim gorivom



Slika 5: Stiskljivi odpadki



Slika 6: Odlagališče nizko radioaktivnih odpadkov

V primerjavi z drugimi elektrarnami je jedrska elektrarna še vedno najbolj ekološka in finančno ugodna. Izkoristek jedrske elektrarne je zelo velik. V Sloveniji je ena sama jedrska elektrarna v Krškem – Nuklearna elektrarna Krško (NEK). Polovica elektrike, ki jo proizvedejo v NEK, ostane v Sloveniji, druga polovica se izvozi na Hrvaško. Polovica, ki ostaja v Sloveniji, predstavlja četrtno elektrike, proizvedene v Sloveniji. Če s tem primerjamo število vseh ostalih elektrarn in njihov delež, je NEK nenadomestljiva.

Pri termoelektrarnah se problem pojavlja v velikem onesnaževanju in segrevanju ozračja. Pri tem ne gre spregledati dejstva, da je pepel, ki ostane po gorenju v termoelektrarni, prav tako nekoliko radioaktiven in bi ga bilo potrebno obravnavati kot nizoradioaktivni odpadki. Gradnja novih termoelektrarn ni smiselna, saj fosilnih gorivih, ki so vir energije v termoelektrarni, v zemeljski skorji ni na pretek (IJŠ, ustni vir, 2013).



Slika 7: Termoelektrarna Šoštanj

Pri elektrarnah, ki izkoriščajo alternativne vire (hidroelektrarne, vetrne elektrarne, sončne elektrarne idr.) je izgradnja teh zelo draga, vse pa imajo v primerjavi z jedrsko elektrarno bistveno manjši izkoristek. Ta je manjši predvsem zato, ker so te elektrarne odvisne od naravnih razmer (višine in pretoka vode, moči vetra, sončnih dni, vpadnega kota sončnih žarkov, ...), kar pa jedrske elektrarne niso. Zato je jedrskih elektrarn po svetu največ ravno tam, kjer naravne razmere niso ugodne, da bi se lahko izkoriščali kakšni drugi viri (ICJT, 2013).



Slika 8: Sončna elektrarna

Jedrske elektrarne je potrebno po koncu delovanja razgraditi. Razgradnja spada v življenjsko dobo elektrarne. O prihodnosti jedrske elektrarne se v Sloveniji odloča sproti. Obratovanje NEK je predvideno do leta 2023, lahko pa se podaljša do leta 2043. Zaradi jedrske elektrarne imamo v Sloveniji veliko prednost. Delež elektrike, proizvedene v NEK, je zelo velik in tako povečuje energetska neodvisnost Slovenije, kar pomeni, da energijo za lastne potrebe proizvajamo sami in nismo odvisni od drugih držav. Jedrska energija kot vir pridobivanja električne energije je tudi najbolj varen in ekološko najmanj sporen.

Vendar ima tudi jedrska energija slabosti. Največjo grožnjo večina ljudi vidi v jedrskih odpadkih in jedrskem gorivu, vendar je to bolj psihološki kot realen problem. Večina negativnega predznaka jedrske energije izvira iz odmevnih jedrskih nesreč v preteklosti. Ob jedrski nesreči, če do nje pride, so posledice navadno hude in dolgotrajne, zato se še toliko bolj vtisnejo v spomin. Večina nesreč je bila posledica človeške napake in iz vsake so se strokovnjaki naučili, kako graditi nove jedrske elektrarne, da se nesreče ne bi ponovile (ARAO, 2013).

Strah zaradi jedrskih odpadkov pa je neutemeljen. Teh je namreč zelo malo in jih je enostavno nadzirati. Za odlaganje skrbijo strokovnjaki, ki potem te odpadke ves čas nadzirajo na zelo dolgi rok. Vsako uhajanje v okolje, če bi do njega prišlo, se tako pravočasno sanira. Ali lahko enako trdimo tudi za ostale odpadke, ki jih odlagamo v okolje, jih zakopljemo in potem nanje pozabimo?

Skratka, jedrska energija je ena najbolj ekoloških, ugodnih in primernih virov energije. Zakaj potem ni pogostejši vir električne energije? Kaj storiti, da pri ljudeh ne bo zbudila strahu in bo postala sprejemljivejša? Ta vprašanja sva si zastavila tudi midva in poskušala poiskati odgovore.



Slika 9: Nuklearna elektrarna Krško

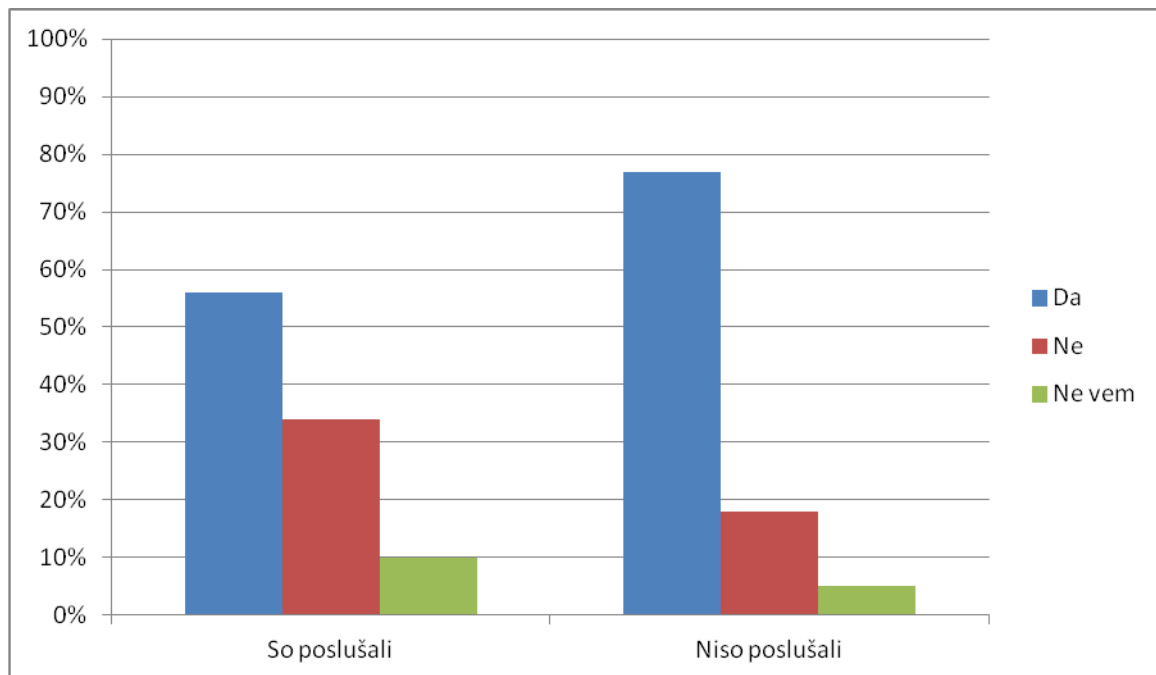
3. Empirični del

3.1. Metodologija

Podatke sva zbirala z anketami. Razdelila sva jih v petih oddelkih tretjih letnikov. Trije oddelki so anketo reševali brez predhodne predstavitve. S tem sva hotela ugotoviti, kakšno je večinsko razmišljanje dijakov o jedrski energiji. V drugih dveh oddelkih pa sva dijakom najprej s pomočjo računalniškega programa PowerPoint predstavila splošne značilnosti jedrske elektrarne in nevarnosti oz. varnost jedrskih odpadkov in šele nato razdelila enake ankete kot v ostalih treh oddelkih. Ob predstavljanju sva bila pripravljena odgovarjati na kakršno koli vprašanje. S tem sva želela ugotoviti, če se bo s posredovanimi informacijami mnenje dijakov o jedrski energiji spremenilo. To nama je tudi pomagalo pri ugotovitvi, zakaj pravzaprav ljudje jedrsko energijo jemljejo kot nevarno – predvsem zaradi nesreč, ki so se zgodile v preteklosti.

4. Rezultati

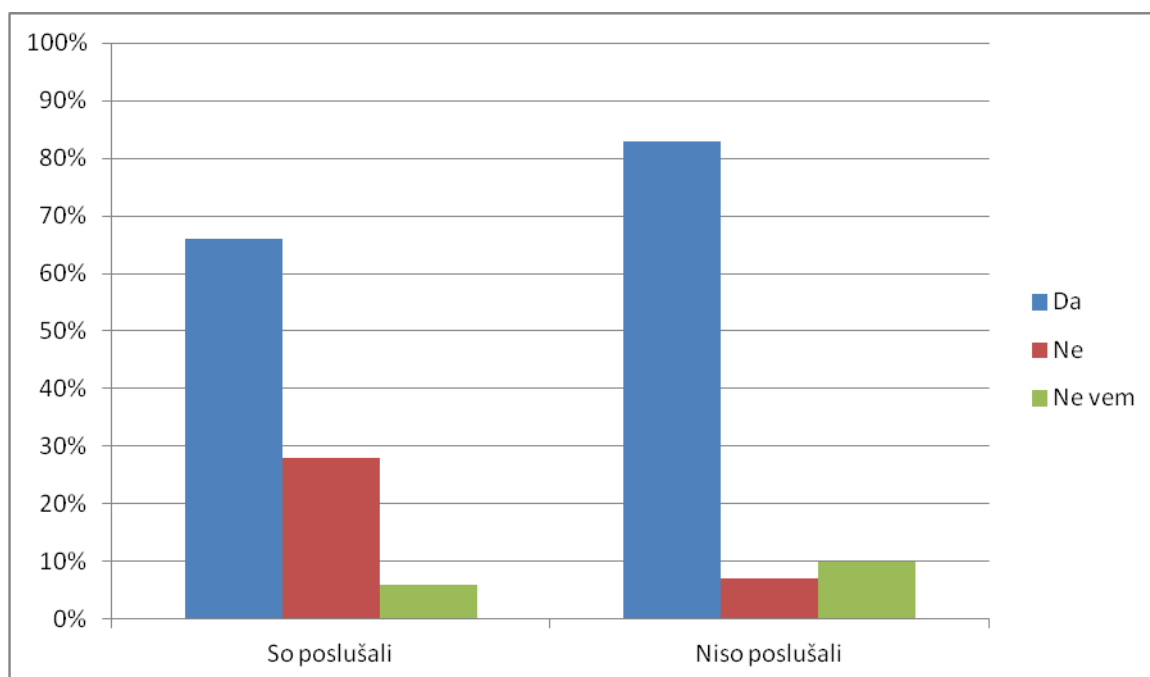
4.1. Nevarnost jedrskih elektrarn



Slika 10: Nevarnost jedrske energije

Na vprašanje, ali so jedrske elektrarne nevarne, je 56% dijakov, ki je poslušalo predstavitev, odgovorilo z da. Dijakov, ki so odgovorili z da in predstavitev niso poslušali pa je bilo 77%. Tisti, ki so odgovorili z da, so za vzrok največkrat navedli sevanje in pa jedrske odpadke. Z ne je odgovorilo 34 % tistih, ki so predstavitev poslušali, in 18% tistih, ki niso. Neopredeljenih pa je bilo 10% poslušalcev in 5% tistih, ki so anketo reševali brez predstavitve.

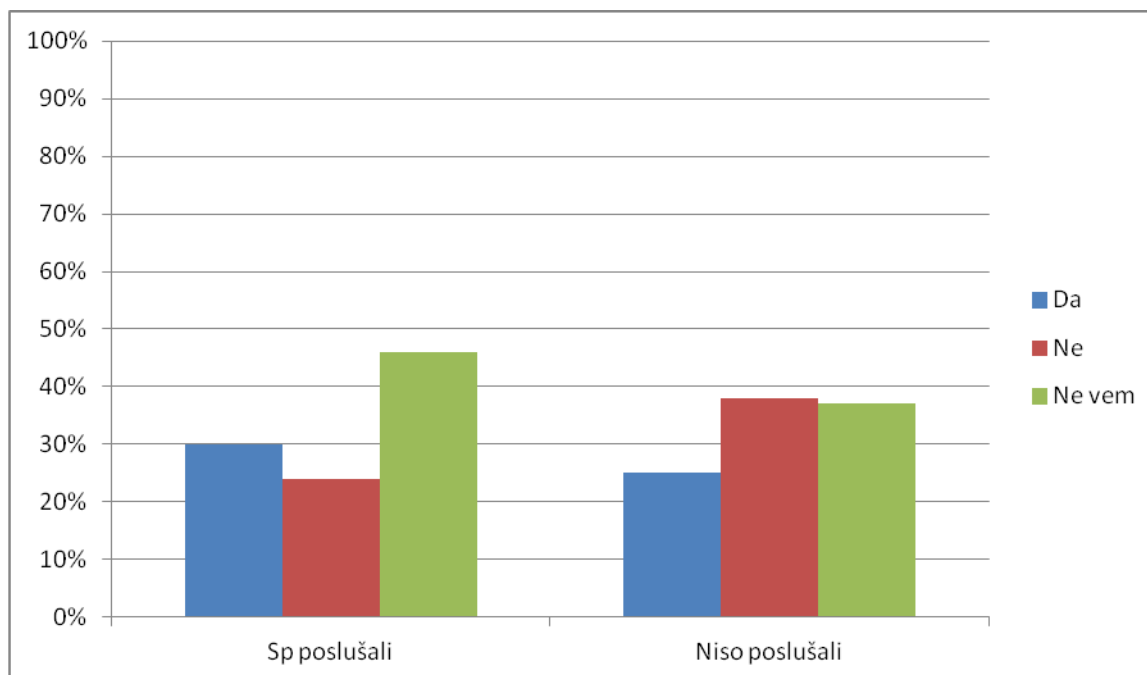
4.2. Ekološke jedrske elektrarne



Slika 11: Ekološkost jedrske energije

Pri obeh skupinah dijakov pa so bili najbolj enolični odgovori na vprašanje, ali so po njihovem mnenju druge elektrarne bolj ekološke. Tistih, ki so poslušali predstavitev in so odgovorili z da, je bilo 66%. Za da pa se je odločilo kar 83% tistih, ki predstavitev niso poslušali. Večina dijakov, ki so obkrožili da, meni, da so najbolj ekološke vetrne elektrarne, nekaj pa jih meni, da so to hidroelektrarne ali sončne elektrarne. Z ne je odgovorilo 28% tistih, ki so poslušali predstavitev. Tistih, ki pa so anketo reševali brez predstavitve, pa je bilo le 7%. Ostali so na to vprašanje odgovorili z ne vem.

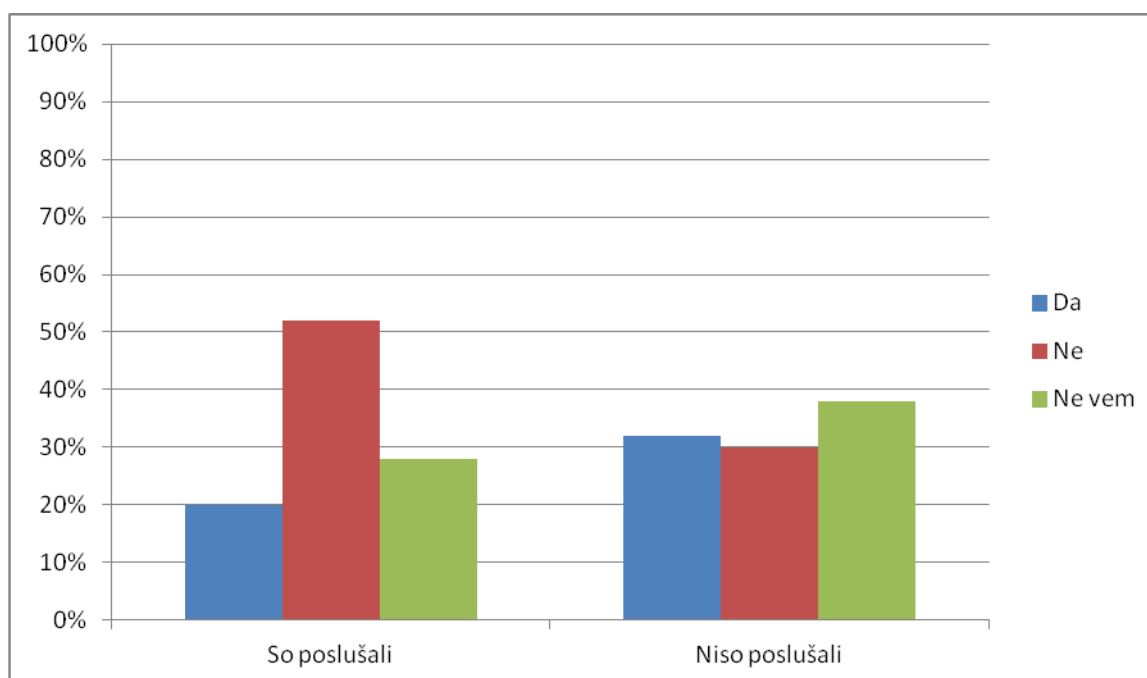
4.3. Potreba po gradnji drugega bloka NEK



Slika 12: Potreba po gradnji drugega bloka NEK

Na vprašanje, povezano z gradnjo drugega bloka NEK, je večina tistih, ki so poslušali predstavitev, odgovorila ne vem, in sicer 46%. Iz tega sklepava, da so kljub najini predstavitvi o jedrski energiji na splošno slabo seznanjeni. Tistih, ki predstavitve niso poslušali in niso prepričani, ali je gradnja potrebna ali ne, pa je bilo 37%. Večina tistih, ki predstavitve niso poslušali, se z gradnjo ne strinja, saj jih je 38% odgovorilo z ne. 24% tistih, ki so poslušali predstavitev, pa je odgovorilo z da. Ostali so se z gradnjo bloka strinjali.

4.4. Prepoved jedrskih elektrarn



Slika 13: Prepoved jedrskih elektrarn

Da je bila najina predstavitev učinkovita in koristna, je razvidno po zadnjem vprašanju, v katerem sva dijake spraševala, ali bi prepovedali uporabo jedrskih elektrarn. Kar 52% tistih, ki so poslušali predstavitev, je odgovorilo z ne. Z ne pa je odgovorilo 30% tistih, ki predstavitve niso poslušali. Večina anketirancev, ki predstavitve ni poslušala, je odgovorila z ne vem, in sicer 38%. Z ne vem pa je odgovorilo 28% anketirancev, ki so poslušali predstavitev. Ostali so odgovorili z da.

5. Zaključek

Z raziskavo sva delno potrdila hipoteze, ki sva jih zastavila na začetku. Mnenje o jedrski energiji se je v različnih skupinah, kjer so reševale anketo spremenilo le pri 20% primerjanih dijakov. Pričakovala sva, da se bodo mnenja razlikovala vsaj pri 40% dijakov. Mogoče bi morala predstavitev in ankete izvesti na večjem številu sodelujočih ali pa imajo o tem tako trdna stališča in prepričanja, da jih nisva mogla spremeniti. Zanimivo bi bilo, če bi v raziskovalno nalogo vključila tudi odrasle, ki to dogajanje verjetno bolj spremljajo v medijih. Vseeno sva z raziskavo zadovoljna, saj sva pokazala, da bi se na tem področju ljudje morali bolj izobraževati.

Skozi raziskovalno nalogo sva ugotovila, da je poznavanje o jedrski energiji slabo in površno, zaradi česar je jedrska energija pri dijakih sporen način pridobivanja električne energije. Ena od posledic, ki jo lahko pričakujemo, je ta, da bo na tem področju čez nekaj let premalo ustrezno izobraženih ljudi. Trenutno je strokovnjakov za jedrsko energijo dovolj, kar lahko pripisemo temu, da imamo jedrsko elektrarno, kjer se tistrokovnjaki lahko izobražujejo, zaposlujejo ter uporabljajo in širijo svoje znanje. Vendar bodo strokovnjaki s poznavanjem jedrske energije potrebni tudi po zaprtju jedrske elektrarne, kajti njihovo znanje je ključno za varno odlaganje in nadzor radioaktivnih odpadkov.

Trenutno elektrika iz NEK predstavlja velik delež proizvedene električne energije v Sloveniji. Če NEK, ko jo bo potrebno zapreti, ne bo nadomestila druga jedrska elektrarna, se bo energijska odvisnost Slovenije močno povečala. Izgradnja nove jedrske elektrarne pa bo mogoča samo, če jo bomo ljudje sprejeli v svoj življenjski prostor in če bomo imeli dovolj strokovnjakov z znanjem, da jo bodo zgradili varno in bodo z njo varno tudi upravljali. Nujno je, da se ljudi ozavešči o prednostih in varnosti jedrskih elektrarn in da se to prične z mladimi, in to čimprej na njihovi izobraževalni poti.

6. Viri

- NEK: O jedrski tehnologiji: Razvoj. Nuklearna elektrarna Krško, 2013. Dostop: http://www.nek.si/sl/o_jedrski_tehnologiji/razvoj/z (20. 2. 2013)
- NEK: O jedrski tehnologiji: Jedrsko gorivo. Nuklearna elektrarna Krško, 2013. Dostop: http://www.nek.si/sl/o_jedrski_tehnologiji/jedrsko_gorivo/ (20. 2. 2013)
- NEK: O jedrski tehnologiji: Jedrski reaktor. Nuklearna elektrarna Krško, 2013. Dostop: http://www.nek.si/sl/o_jedrski_tehnologiji/jedrski_reaktor/ (20. 2. 2013)
- NEK: O jedrski tehnologiji: Skrb za odpadke. Nuklearna elektrarna Krško, 2013. Dostop: http://www.nek.si/sl/o_jedrski_tehnologiji/skrb_za_odpadke/ (20. 2. 2013)
- Wikipedija: Jedrski odpadek, 25. februar 2013. Dostop: http://sl.wikipedia.org/wiki/Jedrski_odpadek (26. 2. 2013)
- ICJT: Jedrska tehnologija: Jedrske elektrarne po svetu. Ljubljana, Izobraževalni center za jedrsko energijo: Institut "Jožef Stefan", 16. januar 2013. Dostop: <http://www.icjt.org/tech/jesvet/jesvet.htm> (22. 2. 2013)
- ARAO: Dolgoročno ravnanje z RAO in IG: Program razgradnje NEK. Ljubljana, Agencija za radioaktivne odpadke, 2013. Dostop: <http://www.arao.si/dolgorocno-ravnanje-z-rao-in-ijg/program-razgradnje-nek> (24. 2. 2013)
- IJŠ: Reaktorski center Podgorica. Ustni vir, 26. 2. 2013.

6.1. Viri slik

- Slika 1: <http://www.icjt.org/tech/zgod/pile.jpg>
- Slika 2: Lastni arhiv
- Slika 3: Lastni arhiv
- Slika 4: http://www.nek.si/uploads/pictures/izrabljeno_jedrsko_gorivo.gif
- Slika 5: Lastni arhiv
- Slika 6: Lastni arhiv
- Slika 7: http://www.brezcenzure.si/upload/Article/Images/2011_04/tes5.jpg
- Slika 8: http://www.soncneelektrarne.net/wp-content/uploads/2011/03/soncne_elektrarne.jpg
- Slika 9: http://boa.czp-vecer.si/vecer2000/20130304/3814028_1-300.jpg

7. Priloge

7.1. Anketni vprašalnik

Anketa za raziskovalno nalogo

Sva Maja Kokot in Danijel Kosi, dijaka 3. a razreda. Odločila sva se, da z raziskovalno nalogo Ozaveščenost ljudi o pomenu in varnosti jedrske energije ugotoviva, kako smo mladostniki informirani o delovanju jedrskih elektrarn. Prosiva te, da rešiš anketo in nama s tem pomagaš pri najinem raziskovanju. Pri vsakem vprašanju obkroži črko pred pravilnim odgovorom, razen če ni v navodilu pri posameznem vprašanju podano drugače.

Si poslušal/a najino predstavitev o jedrski energiji:

- Da
- Ne

1. Meniš, da so jedrske elektrarne nevarne?

- Da.
- Ne.
- Ne vem.

Če si obkrožil/a da, zakaj (obkrožite lahko več odgovorov)?

- Ker škodujejo ljudem, živalim in naravi.
- Zaradi sevanja.
- Zaradi jedrskih odpadkov.
- Drugo: _____

2. Ali so po tvojem mnenju druge elektrarne (npr. hidro-, termo-) bolj ekološke?

- Da.
- Ne.
- Ne vem.

Če si obkrožil/a da, katere (obkrožiš lahko več odgovorov)?

- Termoelektrarne.
- Hidroelektrarne.
- Vetrne elektrarne.
- Drugo: _____

3. Meniš, da Slovenija potrebuje drugi blok NEK?

- Da, saj menim, da je jedrska energija čista, varna in poceni.
- Ne, saj so jedrske elektrarne nevarne.
- Ne vem.
- Drugo: _____

4. Ali bi prepovedal/a uporabo jedrskih elektrarn, če bi imel/a to možnost?

- Da.
- Ne.
- Ne vem.

Hvala za sodelovanje.

7. 2. PowerPoit predstavitev za dijake

Raziskovalna naloga:

Ozaveščenost ljudi o pomenu in varnosti jedrske energije

Dijaka: Danijel Kosi, Maja Kokot
Mentorici: prof. Jasmina Jančič, prof.
Alenka Bukovič

Zgodovina

- ▶ Martin Heinrich Klaproth – uran v rudi smolovcu
- ▶ 1896 Antonie Henri Basquerel – radioaktivnost
- ▶ 1939 Otto Hahn – prva dokazana cepitev jeter
- ▶ 1942 Enrico Fermi – prvi jedrski reaktor (Chicago Pile 1)
- ▶ Razvoj jedrskega orožja
- ▶ 1951 – zasvetijo prve štiri žarnice s pomočjo jedrskega reaktorja
- ▶ 1954 – v Obninsku v SZ prva jedrska elektrarna

Sestava reaktorja

- ▶ Reaktorska posoda
- ▶ Sredica reaktorja
- ▶ Regulacijske palice in bor v primarnem hladilu
- ▶ Moderator in hladilo



Gorivo

- ▶ Obogaten uran (v NEK uranov dioksid), stisnjen v gorivne tabletko
- ▶ Iz tabletk izdelajo gorivne palice → gorivni element
- ▶ Velika kalorična vrednost tabletk goriva
- ▶ http://www.nek.si/si/o_jedrski_tehnologiji/jedrski_reaktor/cepitev_in_jedrski_verizna_reakcija/kaloricna_vrednost_tabletke_goriva/



Jedrska fizija (v sredici reaktorja)

- ▶ Jedra težjih elementov (uran, plutonij)
 - Večinoma uran 235
- ▶ Jedro se razcepi
- ▶ Produkti:
 - 2 srednje težki jedri – razcepki
 - 2 do 3 nevtroni
 - Radioaktivno sevanje
 - Toplota
- ▶ http://www.nek.si/sl/o_jedrski_tehnologiji/jedrski_reaktor/cepitev_in_jedrska_verizna_reakcija/cepitev_uranovega_jedra/



Nadzorovana verižna reakcija

- ▶ Jedrska fizija
- ▶ Od povprečno 2,5 novonastalih nevtronov samo eden povzroči novo cepitev urana 235
- ▶ S spreminjanjem konc. bora v primarnem hladilu ali z dviganjem in spuščanjem regulacijskih palic (močni absorberji nevtronov) → uravnavanje reaktorja



Moderator in hladilo

- ▶ Moderatorji za zmanjšanje hitrosti nevtronov
- ▶ Čim manjša je hitrost nevtrona, tem večja je verjetnost za cepitev urana 235
- ▶ Moderatorji: voda, težka voda, grafit
- ▶ Hladilo za odvajanje odvečne toplote v sekundarni krog (hlajenje reaktorja)
- ▶ Hladila: voda, težka voda, plin, tekoča kovina



Tipi reaktorjev

- ▶ Razlikujejo se glede na vrsto goriva, hladila in moderatorja
 - Največ reaktorjev za hlajenje uporablja navadno vodo (najceneje)
- ▶ Glede na način pridobivanja pare tlačnovodni in vrelni reaktor



- ▶ Tlačnovodni reaktor
- ▶ Vrelni reaktor
- ▶ Tlačnovodni težkovodni reaktor
- ▶ Plinski reaktor
- ▶ Vodno hlajeni, grafitno moderiran reaktor
- ▶ Reaktor na torij



(Ne)Varnost

- ▶ Radioaktivne snovi v sredici
 - Fizija → sevanje
 - Jedrski odpaki (radioaktivnost)
 - Brez vplivov na okolje, če poteka znotraj varnostnih pregrad
- ▶ Zaostala toplota
 - Toplota se mora odvajati iz sredice, da se gorivo ne pregreje, poškoduje ali stali



Odlaganje jedrskih odpadkov

- ▶ Nizko in srednje radioaktivni odpadki (ionski izmenjalniki, solidificirana gošča izparilnikov, filterski vložki, stisljivi odpadki)
 - Tunelsko odlaganje
 - Plitvo zakopavanje
- ▶ Izrabljeno jedrsko gorivo
 - Začasno shranjeno v bazenih



Druge vrste elektrarn

- ▶ Termoelektrarna
- ▶ Hidroelektrarne
- ▶ Vetrne elektrarne
- ▶ Sončne elektrarne



Viri

▶ Medmrežje:

- http://www.nek.si/sl/o_jedrski_tehnologiji/jedrski_reaktor/cepitev_in_jedrska_verizna_reakcija/
- <http://www.ukm.uni-mb.si/UserFiles/658/File/Jedrska%20energija.pdf>
- http://www.fmf.uni-lj.si/~stepisnik/sola/energvir/Seminarji08_09/jedrski-reaktor-pdf.pdf
- http://sl.wikipedia.org/wiki/Jedrski_odpadek#Od_laganje_jedrskih_odpadkov
- <http://www.icjt.org/index.htm>

