

OŠ Marije Vere
Ljubljanska cesta 16 a
1241 Kamnik

PRIMERJAVA DELOVANJA JEDRSKE ELEKTRARNE IN HIDROELEKTRARNE
TER NJUNI VPLIVI NA OKOLJE

RAZISKOVALNA NALOGA iz področja TEHNIKA

Avtor:
Jernej Zavasnik, 8.b

Mentorica: mag. Polona Mežnar

Kamnik, januar 2024

Vsebina

Povzetek.....	3
Uvod	4
Hipoteze	4
Delovanje jedrske elektrarne	5
Delovanje hidroelektrarne.....	8
Primerjava učinkovitosti in vpliva na okolje jedrske in hidroelektrarne	10
Okoljske nesreče	12
Ukrajina, Černobil.....	12
Kitajska, jez Banqiao	13
Sklepi in razprava	14
Preverjanje hipotez.....	16
Viri	17

Kazalo slik:

Slika 1: Jedrska elektrarna Krško	5
Slika 2: Shema tlačnovodne Jedrske elektrarne Krško.....	7
Slika 3: Hidroelektrarna Brežice z jezom na reki Savi	8
Slika 4: Shematični prikaz delovanja hidroelektrarne	9
Slika 5: Načrt francoskega jedrskega odlagališča	10
Slika 6: Prehodi za vodne organizme ob hidroelektrarnah.....	11
Slika 7: Jedrska elektrarna v Černobilu pred in po nesreči	13
Slika 8: Hidroelektrarna na Kitajskem pred in po nesreči	13
Slika 9: Največji fuzijski reaktor na Japonskem	15

Povzetek

V tej nalogi se ukvarjam z električno energijo, ki je v resnici kinetična ali potencialna energija nabitih delcev in s primerjavo med pridobivanjem jedrske energije in hidroenergije v za to namenjenih objektih; elektrarnah. Podrobnejša primerjava delovanja med obema viroma pridobivanja električne energije pokaže na prednosti in slabosti ene in druge, pri čemer je odvisno, iz katerega vidika te prednosti in slabosti ocenjujemo. V kolikor jih presojava glede učinkovitosti, je sigurno jedrska energija najbolj zanesljiv vir energije, iz vidika okoljevarstvenih tveganj pa je hidroenergija najčistejši vir energije. Razvoj jedrske znanosti pa je tisti, ki nam bo verjetno pokazal nove načine pridobivanja električne energije.

Uvod

V življenju energijo povezujemo s sposobnostjo teles, da opravljajo neko delo. Pojem energija izhaja iz stare grščine: *energeia* – dejavnost, oziroma starogrško: *energos* – dejaven, delaven. Pridobivanje in porabo energije za potrebe človekovih dejavnosti proučuje veda energetika.

Do začetka industrijske revolucije je človek porabljal energijo izključno za lastne potrebe (hrano, ogrevanje in razsvetljavo). V dobi industrializacije se je začelo uporabljati premog in skupna poraba energije je začela naraščati. Ta rast se je začela skokovito povečevati zlasti po drugi svetovni vojni, in sicer zaradi hitrega industrijskega razvoja, motornega prometa ter splošne rasti prebivalstva. V energetiki ima posebno vlogo električna energija, saj je energijo v tej obliki razmeroma enostavno prenašati na velike razdalje, poleg tega pa je zelo kakovostna, ker jo lahko z majhnimi izgubami pretvarjamo v druge oblike.

Jedrske elektrarne (JE) so v osnovi zelo podobne termoelektrarnam, le da za segrevanje vode ne izkoriščajo toplote, ki se sprošča pri izgorevanju fosilnih goriv, temveč toploto, ki se sprošča pri določeni jedrski reakciji, tj. pri cepitvi jeder atomov urana. Okoli 81 odstotkov vse električne energije na svetu pridobimo v klasičnih elektrarnah, v jedrskih elektrarnah pa okoli 11 odstotkov. V Franciji je delež električne energije iz jedrskih elektrarn mnogo višji, tudi preko 70 odstotkov, v Sloveniji pa je ta delež skoraj 40 odstotkov.

S tako imenovanimi alternativnimi viri električne energije, ki izkoriščajo energijo vetra, energijo sončnega obsevanja in podobno, pridobimo zgolj okoli 2 odstotka električne energije. Pri tem ni verjetno, da bi se v bližnji prihodnosti njihov delež opazno povečal, saj imajo takšne elektrarne razmeroma majhno moč, v njih proizvedena energija pa je tudi bistveno dražja kot v klasičnih ali jedrskih. Poleg tega je njihova proizvodnja marsikdaj nepredvidljiva in odvisna od vremena, zato sem se v tej nalogi posvetil dvema pomembnejšima viroma električne energije, ki jih od blizu lahko spoznavamo tudi na slovenskih tleh¹.

Hipoteze:

- 1. Jedrska elektrarna za svoje delovanje za razliko od hidroelektrarne ne potrebuje vode.**
- 2. Hidroelektrarna proizvede mnogo manj električne energije kot jedrska elektrarna.**
- 3. Jedrska elektrarna je prenevaren podvig za okolje in živeče organizme, saj so jedrske nesreče zelo pogoste.**

¹ Energija in proizvodnja električne energije za osnovnošolce, stran 4, [energija_in_proizvodnja_elektricne_energije.pdf](#)

Delovanje jedrske elektrarne

Jedrska energija je ena izmed najbolj pomembnih načinov pridobivanja električne energije. Pri nas imamo samo eno jedrsko elektrarno, ki se nahaja v Krškem.



Slika 1: Jedrska elektrarna Krško

Nuklearna oziroma jedrska energija je izkoriščena v jedrski elektrarni, lahko pa se uporablja tudi pri izdelavi atomske bombe. Jedrska elektrarna je kompleksna stavba sestavljena iz fuzijskega reaktorja, kjer poteka cepitev uranove rude, pri reaktorju pa stoji kontrolna soba, ki lahko umetno nadzoruje potek fuzije. Za delovanje jedrske elektrarne pa potrebujemo uranovo rudo, ki deluje kot gorivo. Vsaka elektrarna potrebuje tudi hladilne sisteme, da se jedro elektrarne ne segreje preveč. Je zelo učinkovit vir energije, saj se samo 1g uranove rude enači s 430 m³ kurilnega olja! Slovenija uranovo rudo dobiva pretežno iz ZDA in Rusije. V fuzijskem reaktorju se pod umetnimi pogoji ustvari potek fuzije, kjer se cepi izotop urana-235. Naša jedrska elektrarna je bila zgrajena leta 1983, rudo pa so pridobivali vse do leta 1986 v rudniku urana v Žirovskem vrhu. Jedrska elektrarna Krško ima tlačnovodni reaktor, ki je eden od tehnično in komercialno najbolj razvitih ter ga uporablja večina jedrskih elektrarn v svetu. Voda oz. para se pretakata po treh, med seboj fizično ločenih krogih.

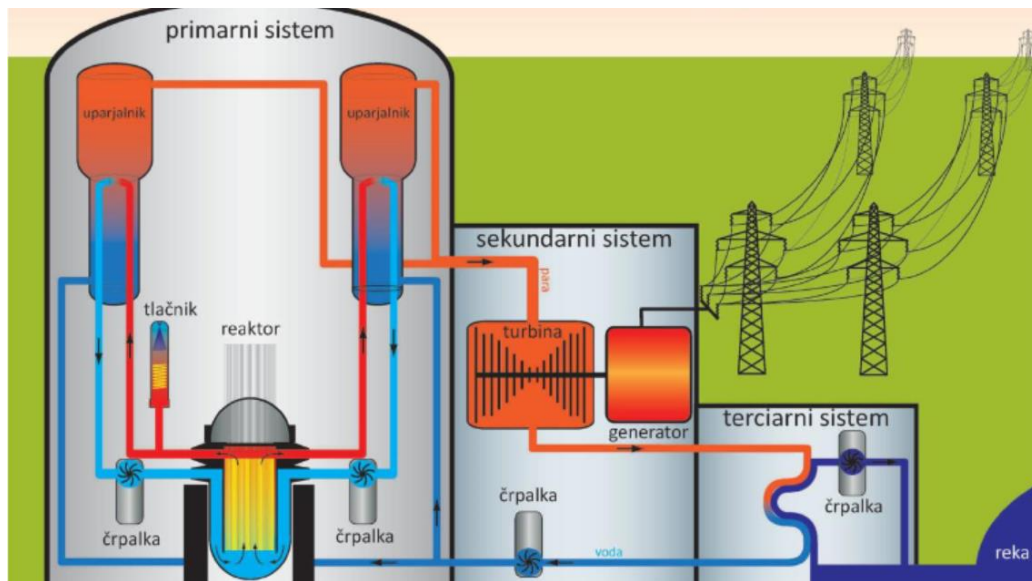
Prvi krog, imenujemo ga primarni sistem ali primarni krog, vsebuje vir toplote - sredico reaktorja. Sredica reaktorja je v reaktorski tlačni posodi, ki je osrednji del primarnega sistema. Sredica reaktorja je zložena iz 121 gorivnih elementov. Gorivni element sestavljajo gorivne palice (cevi iz cirkonijeve zlitine Zircaloy, napolnjene s tabletkami obogatenega urana), zložene v razporedu 16 x 16. Od 256 mest jih 235 zasedajo gorivne palice, 20 mest je namenjenih regulacijskim palicam, ki so povezane v regulacijske svežnje, eno mesto pa je namenjeno za vodilo upravljalnih mehanizmov. Cevovodi povezujejo reaktorsko posodo z uparjalnikom in črpalko tako, da se hladilo (voda) pretaka skozi sredico reaktorja, nato skozi U - cevi uparjalnika (prenosnika toplote), skozi črpalko in nazaj v tlačno posodo. Vsako od teh zaključenih pretočnih poti imenujemo primarna hladilna zanka. Jedrska elektrarna Krško ima dve primarni hladilni zanki.

Drugi krog, imenujemo ga sekundarni sistem ali sekundarni krog, je porabnik toplote primarnega sistema. Uparjalnik, ki je vmesni člen oziroma hkrati del primarnega in sekundarnega sistema, preko U - cevi prenese toploto primarnega hladila na sekundarno hladilo, vodo. Voda se v uparjalniku upari in odteka v parno turbino. Para se v parni turbini razpenja (ekspandira), pri čemer se del njene toplotne energije pretvori v mehansko energijo, ki poganja rotor turbine, ta pa električni generator. Ekspandirana para iz turbine odteka v kondenzator, kjer se v stiku s hladnimi cevmi kondenzatorja ohladi in kondenzira (oddaja svojo uparjalno toploto in se spremeni v kapljevino - vodo, ki jo imenujemo kondenzat). Kondenzatna in napajalna črpalka vračata vodo nazaj v uparjalnik, s čimer je zaključen tudi sekundarni krog.

Tretji krog je hladilni sistem kondenzatorja, imenujemo ga tudi terciarni sistem. Predstavlja ponor toplote za tisti del toplote primarnega sistema, ki ga niti teoretično ni mogoče pretvoriti v mehansko energijo in ga je treba odvajati v okolje. To toploto imenujemo "odpadna toplota". Hladilni sistem kondenzatorja deluje tako, da črpalka črpa vodo iz reke in jo potiska skozi hladilne cevi kondenzatorja. Voda se ogreje, ko prejme toploto, ki jo je ob kondenzaciji na ceveh kondenzatorja oddala ekspandirana para in odteče nazaj v reko. S tem je zaključen tudi tretji hladilni krog. Jedrska elektrarna Krško za hlajenje kondenzatorja uporablja kombinirano hlajenje in sicer vodo iz reke Save in hladilne stolpe. Jedrska elektrarna ima poleg osnovnih elementov in sistemov, vidnih na shemi JEK, še precej pomožnih in varnostnih sistemov. Vse te elemente in sisteme lahko razdelimo na dve veliki skupini, ki ju imenujemo jedrski otok in turbinski otok.

Jedrski otok sestavljajo primarni sistem, pomožni tekočinski sistemi, električni, instrumentacijski in regulacijski sistemi, ki so potrebni za delovanje primarnega sistema (do sem naštetih sistemov včasih imenujemo tudi sistem za proizvodnjo pare) ter sistem za predelavo radioaktivnih odpadkov, sistem za ravnanje z gorivom in ventilacijske sisteme.

Turbinski otok je klasični del jedrske elektrarne, ki ga sestavljajo zelo podobni sistemi in deli kot so v termoelektrarni. Turbinski otok tvorita drugi in tretji krog s svojimi pomožnimi sistemi².



Slika 2: Shema tlačnovodne Jedrske elektrarne Krško

² Povzeto po podatkih iz spletnih strani: https://sl.wikipedia.org/wiki/Energija#Jedrska_energija; <https://www.esvet.si/jedrska-energija/o-jedrski-energiji>; https://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_fusion; <https://www.nek.si/>; <https://www.nek.si/dolgorocnost-za-trajnostni-razvoj/nizek-ogljicni-odtis/podaljsanje-obratovanja-jedrskih-elektrarn-bi-imelo-pomnozevalni-ucinek-za-nizkoogljicno-elektricno>

Delovanje hidroelektrarne

Hidroenergija je pomemben vir energije, ki se proizvaja po zaslugi vodnega toka. Pri nas se nahaja več hidroelektrarn, največ pa se jih nahaja na reki Dravi in Savi. Vodna energija se pridobiva v hidroelektrarnah, in predstavlja vir električne energije.



Slika 3: Hidroelektrarna Brežice z jezom na reki Savi

Hidroelektrarne so kot nekakšne pregrade na večjih rekah, ki sekajo tok vode in pred katerimi se ta voda zadržuje v obliki umetnega jezua, da pridobi na moči. Moderne hidroelektrarne izkoriščajo kinetično energijo vode, ki jo le-ta pridobi s padcem. Energija se proizvede tako, da vodni tok obrača turbino, ki se nahaja za kontrolnimi vratci elektrarne. Turbina nato proizvede električno energijo, ki se generira v električnem generatorju, ki električno energijo veže na električno napeljavo. Ta nato električno energijo pelje do hiš in gospodinjstev. V deželah, kjer pridobivajo večji del električne energije z izrabljanjem vodnih moči je odvisna kvaliteta proizvodnje od režima. Možna proizvodnja hidroelektrarne je odvisna od trenutnih vodnih razmer. Le pri elektrarnah z velikimi akumulacijskimi bazeni se lahko zmanjšajo neugodne lastnosti elektrarn zaradi neenakomernih dotokov.

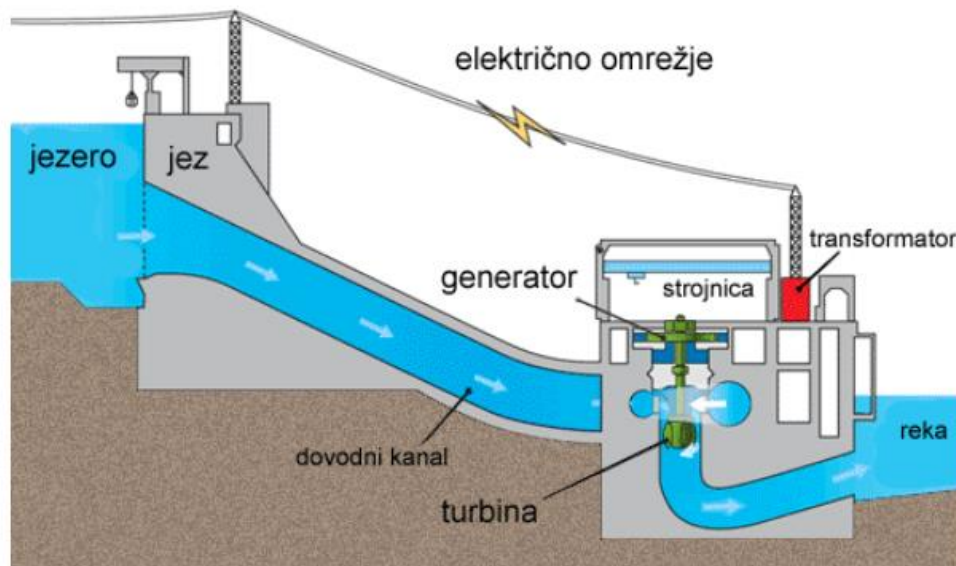
Poznamo več različnih turbin, ki se razlikujejo po različnih oblikah. Najbolj uporabljena turbina pri nas je Francisova turbina, poimenovana po izumitelju prve hidroelektrarne.

Prva hidroelektrarna na svetu je bila postavljena že leta 1882 v mestecu Appleton v ameriški zvezni državi Wisconsin, ki je malemu mestecu zagotavljala veliko električne energije, zato je Ameriška vlada po enem desetletju hitro začela graditi hidroelektrarne po vsej ZDA.

Hidroelektrarno na reki Fox je zasnoval britansko-ameriški inženir James B. Francis.

V Sloveniji je bila prva hidroelektrarna zgrajena na reki Dravi, obratuje še dandanes in spada pod državno dediščino Slovenije. Imenuje se hidroelektrarna Fala.

Dokončana je bila leta 1918, zagnali pa so le prvih 5 turbin, kasneje pa so še leta 1925 zgradili še 6 turbin in leta 1932 so dogradili še zadnjo 7 turbino³.



Slika 4: Shematični prikaz delovanja hidroelektrarne

³ Povzeto po podatkih iz spletnih strani: https://sl.wikipedia.org/wiki/Hidroelektrarna_Fala; <https://www.dem.si/sl/muzej-hidroelektrarne-fala/zgodovina-hidroelektrarne-fala/>; Vodna energija - Wikipedija, prosta enciklopedija (wikipedia.org)

Primerjava učinkovitosti in vpliva na okolje jedrske in hidroelektrarne

Jedrska energija je za energetiko najbolj ugodna, saj za delovanje potrebuje samo uran, vendar pa s prednostmi pridejo tudi težave, sploh če pomislimo na jedrske odpadke, ki pa niso navadni odpadki, saj je njihova nevarna lastnost radioaktivnost. Radioaktivnost povzročajo določeni elementi z visokimi atomskimi masami. Atomi teh elementov nimajo stabilnih jeder zato razpadajo v obliki nam nevidne energije, radioaktivnih žarkov, ki s svojim potovanjem ogrožajo razvoj in delovanje organizmov, tudi ljudi. Radioaktivni žarki poškodujejo naš DNK, zato lahko nastanejo mutacije.

Največji problem je skladiščenje teh radioaktivnih odpadkov, saj ogrožajo zdravje ljudi in škodujejo naravi. Največkrat jih hranimo kar v podzemnih odlagališčih, kjer jih pred odlaganjem zmešajo z neradioaktivnimi odpadki npr. s steklom, železom ali betonom in segrejejo na visoke temperature. Kasneje jih še segrete spustijo v ohlajevalni bazen, kjer se zaboji ohladijo pod 10 stopinj Celzija.

Ko so zaboji ohlajeni jih transportirajo v posebne označene tovornjake in jih odpeljejo v običajna podzemna odlagališča jedrskih odpadkov. Tam jih naložijo v velike sobane, zaščitene s prevleko iz svinca in debelega sloja betona, da radioaktivni žarki ne bi dosegli zunanjega sveta.

Delavci v odlagališčih nosijo posebna oblačila in plinsko masko, da nevarni delci ne bi zašli v človeško telo. Nuklearna elektrarna Krško svoje radioaktivne odpadke odvažajo v podzemna odlagališča v Nemčijo. Večina radioaktivnih odpadkov iz Nuklearne elektrarne Krško je trenutno skladiščena v zgradbah elektrarne. To velja tudi za izrabljeno jedrsko gorivo skupne mase približno 400 ton. Vendar izrabljenega jedrskega goriva ne štejemo za odpadek, saj vsebuje še precejšen delež energije. Z recikliranjem ga je možno znova uporabiti kot sveže jedrsko gorivo⁴.



Slika 5: Načrt francoskega jedrskega odlagališča

⁴ Povzeto po podatkih iz spletnih strani: <https://www.esvet.si/radioaktivni-odpadki>; <https://www.esvet.si/radioaktivnost-sevanje>; https://www.radioaktivnost.si/rvo_public/RVO/BasicInformation/Environment

Vodna energija je naravi najbolj prijazen vir energije.

Vseeno pa se tudi ta vrsta energetike sooča z izzivi. Najbolj pogosta slabost je zaježitev rek, saj grajenje jezov na rekah uničuje naravni prostor številnim vodnim živalim, ki živijo ob rekah ali v njej. Najbolj znan primer je, ko je v 80-ih letih 20. stoletja izumrl jangceški rečni delfin. Ta vrsta delfina je izumrla prav zaradi posegov ljudi v rečno okolje. Zdesetkala ga je hidroelektrarna zgrajena v 60-ih, da bi bližnja mesta oskrbela z električno energijo. Bijau ali rečni delfin ni več našel svoje hrane, populacija pa je bila razdeljena med dva dela reke, zato ni moglo priti do razmnoževanja osebkov, kar je vodilo v propad te nekdanje razširjene vrste delfina. Okoljevarstveniki so pri gradnji novih hidroelektrarn dosegli, da se ta vidik upošteva z izgradnjo ribjih stez, ki so v bistvu umetni potoki, zgrajeni ob straneh hidroelektrarn. Ribje steze, znane tudi kot ribji prehodi ali prehodi za vodne organizme, omogočajo prehajanje rib in drugih vodnih organizmov preko raznih pregrad na vodotokih, vključno z jezovnimi zgradbami hidroelektrarn (v nadaljevanju HE). Na ta način vzpostavljena prehodnost omogoča ribam, da dosežejo višje ležeča območja, kjer se lahko prehranjujejo in razmnožujejo, oziroma imajo habitat. Hkrati pa s tem ne pride do drobljenja in tako poslabšanja stanja ribjih populacij v vodotokih. Druga slabost je, če so jezovi na rekah pomanjkljivo zgrajeni, kar lahko vodi v potop celotnih mest in vasi⁵.



Slika 6: Prehodi za vodne organizme ob hidroelektrarnah

⁵ Povzeto po podatkih iz spletnih strani: <https://www.he-ss.si/objava/delovanje-ribjih-stez-hidroelektrarn-na-spodnji-savi.html>; https://sl.wikipedia.org/wiki/Vodna_energija; https://en.wikipedia.org/wiki/1975_Banqiao_Dam_failure

Okoljske nesreče

Ukrajina, Černobil⁶

Dogodek se je zgodil 26. aprila, leta 1986. Ob 23. uri so elektrarno zapustili delavci, ponoči pa sta nočno izmeno imela vajenca Valerij in Aleksander.

Upravnik jima je pred odhodom povedal, da potrebe čez noč ne bodo visoke in naj zato izklopita dva jedrska bloka. Ta poganjata ohlajevalni sistem, in res sta to tudi naredila, saj bi ju nadrejeni odpustil, če ne bi upoštevala varnostnih nasvetov. Čez 10 min se je prižgal alarm, saj se je 8 paličic izklopilo in tako se je temperatura središča jedra dvignila na 500 stopinj Celzija kar je bilo mnogo preveč kot bi se jedro moralo segreti. Oba vajenca sta mislila, da bosta težavo rešila hitro.

Temperatura se je že približala 900 stopinjam in poskusila sta težavo rešiti z ugašanjem grelnih aparatov za jedrsko fuzijo, vendar se je stanje samo poslabšalo. Ko je temperatura prečila 1000 stopinj je reaktor razneslo, pri tem je dvignilo radioaktiven pepel, kjer se nahajajo izredno nevarni elementi.

Jedro je dejansko stalilo, zato je iz jedra med nesrečo izteklo ogromno radioaktivne raztopine snovi imenovane tudi »slonja noga«.

V klet, strojnico pod reaktorjem je prispelo 50 ljudi, ki so tvegali svoja življenja, da so odprli cevi, sicer bi bila lahko katastrofa veliko hujša.

Eno uro po nesreči je prišlo na prizorišče nesreče 40 gasilcev, ki so bili neprimerno oblečeni torej brez skafandrov, rokavic ali zaščitne maske.

Prebivalce bližnjega mesta Pripjat, kjer so živele predvsem družine zaposlenih v jedrski elektrarni so čez nekaj ur evakuirali posebni avtobusi, vendar so evakuacijo izvedli prepočasi, šele po 40 urah, zato jih je večina prejela dovolj radioaktivnega joda ogrožajočega za zdravje. Iz območja je bilo sicer evakuiranih 150.000 ljudi, tudi 50.000 ljudi iz bližnjega mesta Pripjat. 31 od 40 gasilcev jih je umrlo le 5 dni po nesreči.

Danes so posledice zelo očitne. Nekateri otroci v kontaminiranih področjih so prejeli visoke količine sevanja, vse do 50 grayev (Gy), zaradi vnosa radioaktivnega joda-131, kratkoživega izotopa z razpolovnim časom 8 dni in to zaradi krajevno pridelanega kontaminiranega mleka. Več študij v Belorusiji, Ukrajini in Rusiji je pokazalo, da je močno naraslo število primerov raka na ščitnici in levkemije pri otrocih.

Posledice bodo vidne še več tisočletij, saj je bila to najhujša jedrska nesreča v zgodovini in najhujša nesreča ustvarjena po krivdi človeka. To je bilo razvidno tudi iz aktualne vojne med Rusijo in Ukrajino, ko so v bližini Černobila, v t.i. Rdečem gozdu ruski vojaki zaradi dvigovanja radioaktivnega prahu, zboleli.

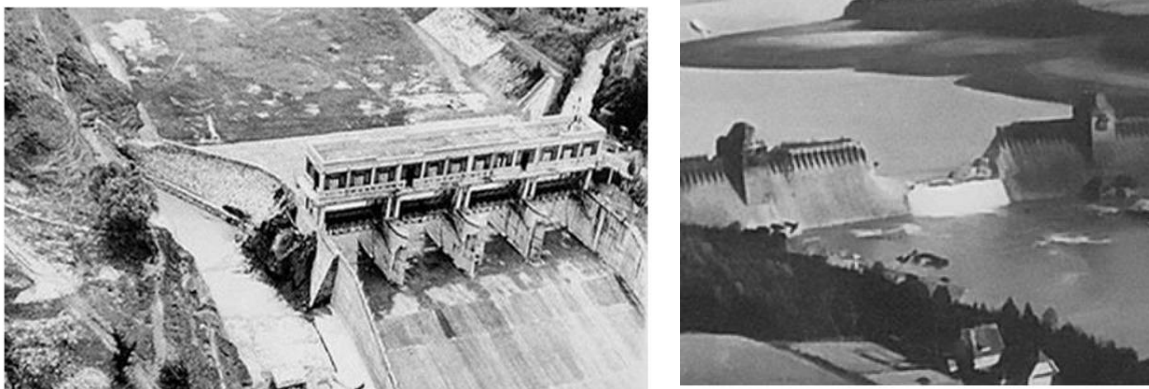
⁶ Povzeto po podatkih iz spletnih strani: <https://www.youtube.com/watch?v=uvpS2IUHZD8>;
<https://www.britannica.com/search?query=CHERNOB>; https://multimedia.europarl.europa.eu/sl/video/history-chernobyl-nuclear-disaster_V001-0020; <https://www.jedrska.si/pojasnjujemo/128-jedrska-nesreca-v-cernobilu-4-del>;
<https://www.greenpeace.org/slovenia/blog/3493/15-stvari-ki-jih-niste-vedeli-o-cernobilu/>



Slika 7: Jedrska elektrarna v Černobilu pred in po nesreči

Kitajska, jez Banqiao⁷

Jez Banqiao je bil slabo zgrajen. 8. avgusta leta 1975 je zaradi močnega monsunskega vetra jez podrlo in voda je poplavlila celotno dolino, kar je eden najbolj tragičnih dogodkov kitajske zgodovine. V tej katastrofi je umrlo okoli 200.000 ljudi, kar je res ogromno. 5 milijonov hiš je bilo uničenih, prizadetih pa je bilo 10,75 milijonov ljudi.



Slika 8: Hidroelektrarna na Kitajskem pred in po nesreči

⁷ Povzeto po podatkih iz spletnih strani: https://en.wikipedia.org/wiki/1975_Banqiao_Dam_failure; <https://damfailures.org/case-study/banqiao-dam-china-1975/>; <https://www.popularmechanics.com/science/energy/a40437341/banqiao-dam-disaster/>

Sklepi in razprava

	JEDRSKA ENERGIJA	HIDROENERGIJA
NAMEN	pridobivanje električne energije	pridobivanje električne energije
POSTOPEK	reaktorji, cepitev urana	turbine, zaježitev vodnega toka
UČINKOVITOST	energetsko najbolj učinkovita ☺ zanesljiv vir energije	energetsko manj učinkovita ⊗ vir energije odvisen od vodnega režima (problem sušnih obdobj)
	⊗ neobnovljiv vir energije	☺ obnovljiv vir energije
VPLIV NA OKOLJE	☺ ni izpustov CO ₂	☺ varčevanje s fosilnimi gorivi ☺ regulacija poplav, pridobivanje obdelovalnih površin
POSLEDICE VPLIVA NA OKOLJE	degradacija okolja: pridobivanje urana (rudarjenje), radioaktivni odpadki (skladiščenje)	umetna zaježitev rek, vpliv na obvodna živa bitja vpliv na klimo, relief, naselja
OKOLJSKE NESREČE	Ukrajina, Černobil, 26. 4. 1986, eksplozija in kontaminacija območja	Kitajska, Jez Banqiao, 8. 8. 1975, poplava območja

Iz tabele je razvidno, da oba vira energije proizvajata izključno električno energijo.

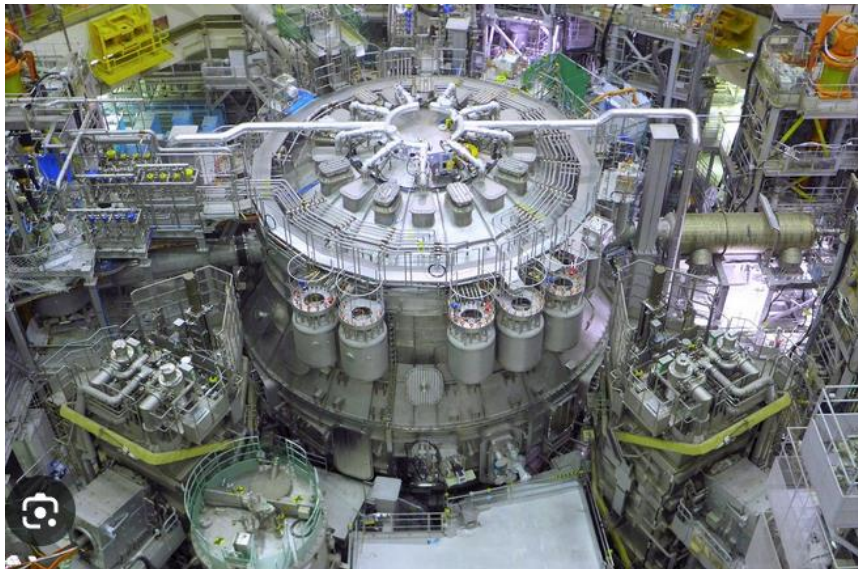
Postopek pridobivanja energije v jedrski elektrarni poteka tako, da obogateno uranovo rudo cepijo v fuzijskem kotlu, kjer poteka cepitev uranovih jeder, ki proizvajajo ogromno energije.

Jedrska energija je okolju prijazna, ker v ozračje ne izpušča toplogrednih plinov, vendar pa povzroča okoljsko škodo zaradi rudarjenja uranove rude, ki onesnažuje pitno vodo in zaradi skladiščenja radioaktivnih odpadkov, saj je radiacija škodljiva organizmom in okolju.

Uranove rude na našem planetu ni neomejeno, zato jedrsko energijo prištevamo k neobnovljivim virom energije. Jedrska energija nastaja ne glede na vpliv okolja; medtem ko je vodna energija odvisna od dotoka vode, saj pri hidroelektrarni moč vodnega toka poganja vodno turbino. Za izgradnjo elektrarne je treba zaježiti rečno strugo, kar pa povzroči škodo tamkajšnjem ekosistemu, saj npr. ribje vrste ostanejo ujete za jezom in ne izpolnijo paritvenega cikla. Še vseeno moramo upoštevati, da je vodna energija okolju najbolj prijazna. Poleg tega pa človeku prinaša tudi regulacijo rečne gladine (regulacija poplavnih voda).

Menim, da bo zaradi podnebnih sprememb vodni tok vse manjši in šibkejši, kar pomeni, da hidroelektrarne ne bodo mogle več delovati in prispevati k povečanju električne energije.

Jedrska energija bo po vsej verjetnosti ostala glavni vir električne energije. Vendar pa menim, da ne v taki obliki kot sedaj, ker so pred nekaj leti ugotovili, da bi cepitev uranovih jeder lahko nadomestili z litijem in vodikom, ki nista radioaktivna elementa in ne proizvajata nobenih odpadkov. Za gorivo bi potrebovali le litij in vodo, že liter vodika pa bi bil dovolj za toliko energije, kot je proizvede termoelektrarna s 10.000 tonami premoga, gre za t.i. nuklearno fuzijo. Tak vir energije imenujemo »umetno sonce«, ki so ga že prižgali v letu 2020 v Koreji in leta 2022 na Kitajskem. Projekt je Kitajsko do zdaj stal že okoli 840 milijard evrov. Na tem področju potekajo v zadnjem desetletju intenzivne raziskave in preizkusi, da čim dlje na visokih temperaturah (do 70 milijonov stopinj Celzija) vzdržujejo pogoje v reaktorju. Projekt prvega fuzijskega reaktorja v Koreji je plod sodelovanja med Evropsko unijo, Kitajsko, Indijo, Japonsko, Južno Korejo, Rusijo in ZDA. Znanstveniki menijo, da se bo tak vir energije uveljavil šele leta 2050⁸.



Slika 9: Največji fuzijski reaktor na Japonskem

⁸ Povzeto po podatkih iz spletnih strani: <https://svetkapitala.delo.si/ikonomija/raziskovalci-korak-blizje-nadzorovani-fuzijski-energiji/>; <https://www.caszazemljo.si/zelena-energija/umetno-sonce.html>; <https://svetkapitala.delo.si/ikonomija/koreja-zagnala-umetno-sonce/>; <https://fusionforenergy.europa.eu/>

Preverjanje hipotez:

- 1. Jedrska elektrarna za svoje delovanje za razliko od hidroelektrarne ne potrebuje vode.**

Hipoteza ne drži.

Na začetku raziskovalne naloge sem menil, da jedrska elektrarna ne potrebuje vode za svoje delovanje, vendar sem se motil, saj je voda ključna pri ohranjanju stalnih temperatur v jedru elektrarne, gre za t.i. hladilne vode, ključna pa je tudi pri prenosu toplote do električne turbine, ki proizvede električni tok.

- 2. Hidroelektrarna proizvede mnogo manj električne energije kot jedrska elektrarna.**

Hipoteza drži.

Hidroelektrarna za svoje delovanje uporablja vodo, ki nima tako veliko energetskega potenciala, saj temelji na izkoriščanju kinetične energije, pri čemer pa se ne sprošča toplota. Toploto je namreč najlažje pretvoriti neposredno v elektriko. Pri delovanju jedrske elektrarne pa se sprošča enormna količina toplote. Zato je jedrska elektrarna bolj učinkovita od hidroelektrarne.

- 3. Jedrska elektrarna je prenevaren podvig za okolje in živeče organizme, saj so jedrske nesreče zelo pogoste.**

Hipoteza ne drži.

Pred samim raziskovanjem tega področja sem bil mnenja, da so jedrske elektrarne prenevarne za izgradnjo in proizvodnjo električne energije. Po preverjanju načina gradnje objekta in z mojim poznavanjem kemije in fizike sem ugotovil, da uranova ruda v srcu tlačnovodne posode ne more sproščati radioaktivnih žarkov v okolico, saj je na steni reaktorja debel sloj svinca, ki odbija radioaktivne žarke. Jedrske elektrarne pa so za razliko od Černobilske jedrske elektrarne v sedanosti drugače grajene in mnogo bolje zaščitene, nadzor je zelo strog in kakršnikoli poskusi na sistemih so prepovedani. Varnostni ukrepi so načrtovani za vsak poseg posebej.

Viri

https://sl.wikipedia.org/wiki/Energija#Jedrska_energija

<https://www.esvet.si/jedrska-energija/o-jedrski-energiji>

https://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_fusion

<https://www.nek.si/>

<https://www.nek.si/dolgorocnost-za-trajnostni-razvoj/nizek-ogljicni-odtis/podaljsanje-obratovanja-jedrskih-elektrarn-bi-imelo-pomnozevalni-ucinek-za-nizkoogljicno-elektricno>

https://sl.wikipedia.org/wiki/Hidroelektrarna_Fala

<https://www.dem.si/sl/muzej-hidroelektrarne-fala/zgodovina-hidroelektrarne-fala/>

<https://www.esvet.si/radioaktivni-odpadki>

<https://www.esvet.si/radioaktivnost-sevanje>

https://www.radioaktivnost.si/rvo_public/RVO/BasicInformation/Environment

<https://www.youtube.com/watch?v=uvpS2IUHZD8>

<https://www.britannica.com/search?query=CHERNOB>

https://multimedia.europarl.europa.eu/sl/video/history-chernobyl-nuclear-disaster_V001-0020

<https://www.jedrska.si/pojasnjujemo/128-jedrska-nesreca-v-ernobilu-4-del>

<https://www.greenpeace.org/slovenia/blog/3493/15-stvari-ki-jih-niste-vedeli-o-ernobilu/>

<https://www.he-ss.si/objava/delovanje-ribjih-stez-hidroelektrarn-na-spodnji-savi.html>

https://sl.wikipedia.org/wiki/Vodna_energija

https://en.wikipedia.org/wiki/1975_Banqiao_Dam_failure

<https://damfailures.org/case-study/banqiao-dam-china-1975/>

<https://www.popularmechanics.com/science/energy/a40437341/banqiao-dam-disaster/>

<https://fusionforenergy.europa.eu/>

<https://svetkapitala.delo.si/ikonomija/raziskovalci-korak-blizje-nadzorovani-fuzijski-energiji/>

<https://www.caszazemljo.si/zelena-energija/umetno-sonce.html>

<https://svetkapitala.delo.si/ikonomija/koreja-zagnala-umetno-sonce/>

7.2 Viri slik

Slika 1: [jedrska elektrarna - Išči Slike \(bing.com\)](#)

Slika 2: [https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.svet-energije.si%2Fupload%2Ffiles%2Fenergija_in_proizvodnja_elektricne_energije.pdf&psig=AOvVaw3tuOeHEov86OelRByPhPJH&ust=1706527234021000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBEQjRxqFwoTCJjS3tH7_4MDFQAAAAAdAAAAA
BAU](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.svet-energije.si%2Fupload%2Ffiles%2Fenergija_in_proizvodnja_elektricne_energije.pdf&psig=AOvVaw3tuOeHEov86OelRByPhPJH&ust=1706527234021000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBEQjRxqFwoTCJjS3tH7_4MDFQAAAAAdAAAAA
BAU)

Slika 3: <https://www.he-ss.si/images/splosno/he-brezice.jpg>

Slika 4: https://eucbeniki.sio.si/nar6/1215/hidro_VG.gif

Slika 5: <https://www.dnevnik.si/i/orig/2017/08/17/1033844.jpg>

Slika 6: <https://www.he-ss.si/upload/galerija/galerija180-2049.jpg>

Slika 7: <https://c8.alamy.com/comp/W0MHTE/an-aerial-view-of-the-chernobyl-nuclear-power-plant-before-the-disaster-in-ukraine-the-explosion-occured-on-april-26-1986-in-unit-four-upiins-W0MHTE.jpg>

Slika 8:

<https://images.immediate.co.uk/production/volatile/sites/7/2016/04/GettyImages-629912323-dd7587e.jpg?quality=90&resize=620,414>

Slika 9: https://img1.advisor.travel/1200x630px-Banqiao_Dam_3.jpg

Slika 10:

https://static.wixstatic.com/media/f973d8_cb6e054afdaf4381ba453ab7fa2f091d.jpg/v1/fill/w_250,h_208,al_c,q_90,enc_auto/f973d8_cb6e054afdaf4381ba453ab7fa2f091d.jpg

Slika 11:

https://images.24ur.com/media/images/original/Dec2023/fbea2503a6d304aaaf48_63158455.jpg?v=50b8&fop=fp:0.42:0.50