



Středoškolská technika 2025

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Nikola Tesla a jeho vynálezy

Nikola Živković

Gymnázium Zikmunda Wintra

náměstí Jana Žižky 186, 269 01 Rakovník

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou ročníkovou práci vypracoval/a samostatně a použil/a jsem pouze prameny a literaturu uvedené v seznamu bibliografických záznamů.

Prohlašuji, že tištěná verze a elektronická ročníkové práce jsou shodné.

Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Rakovníku dne 13.12

Nikola Živković

Anotace

Tato práce se zabývá předáváním poznatků o jednom z nejlepších vynálezců na světě. A také ukazuje, jak vyrobit jeden z jeho vynálezů z předmětů denní potřeby.

Cílem této práce je ukázat, že se některým lidem nedostalo tolik uznání, kolik by si zasloužili, a zjistit, zda je možné vyrobit Teslovu turbínu v malém měřítku z předmětů z domácnosti. V této práci také zhruba ukazují, jaký výkon je Teslovy turbíny schopna vyrobit, a výpočty, které jsem využil.

Klíčová slova

Nikola Tesla, Ekologické, Střídavý proud, Vodní pohon.

Annotation

This work is concerned with sharing knowledge about one of the best inventors in the world. And also show how to make one of his inventions from everyday items.

The aim of this thesis is to show that some people don't get as much credit as they deserve and to see if it is possible to make a Tesla turbine on a small scale from household items. In this work I also roughly show what power Tesla turbines are capable of producing and the calculations I used.

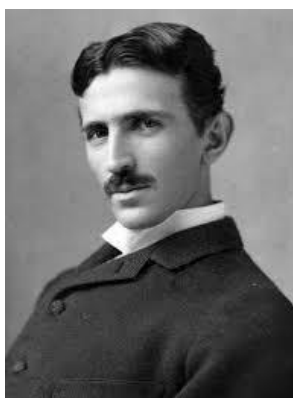
Keywords

Nikola Tesla, eco-friendly, alternative current, water powered.

1	Úvod.....	4
2	Život a vlivy.....	4
2.1	Narození a raný život.....	4
2.2	Teslova studia ve Štýrském Hradci a v Praze.....	5
3	Střídavý proud (AC)	7
4	Další vynálezy.....	7
5	Teslova turbína	9
5.1	Výroba turbíny.....	10
6	Závěr	11
7	Použitá literatura	12

1 ÚVOD

Nikola Tesla, geniální, ale často nepochopený vynálezce a vědec. Tesla, často zastiňovaný svými konkurenty, zejména Thomasem Edisonem, byl mužem, který předběhl svou dobu. Jeho vizionářské myšlenky položily základy technologií, na které se dnes spoléhá celý svět. Tesla byl průkopníkem pokroku, který ovlivnil budoucnost, od systémů střídavého proudu, které napájejí některá z největších měst světa, až po rané práce na rádiových technologiích. Zejména systém střídavého proudu způsobil revoluci v distribuci energie tím, že poskytl bezpečný a účinný způsob přenosu elektřiny na velké vzdálenosti, a zůstává standardem používaným po celém světě. Podobně jeho přínos k rádiu, technologii zásadní pro komunikaci na velké vzdálenosti, ukazuje jeho schopnost proměnit vědecké principy v mocné nástroje pro společnost. Byl neúnavným průkopníkem v oborech, které si ostatní vynálezci jeho doby mohli jen představovat. Zabýval se vysokofrekvenční elektřinou, magnetismem a bezdrátovým přenosem energie, což jsou oblasti, které jsou dodnes aktuální. Jeho vynálezy a nápady ukazují jeho snahu o lepší, vzájemně propojený svět. Toto odhodlání ho odlišovalo od mnoha jeho konkurentů, kteří se řídili především ziskem nebo slávou. Ačkoli se na něj často vzpomíná jako na podivína, kterého pohltila jeho práce, a dokonce byl označován za šílence, byl mnohem větší. Bez Teslova přínosu by moderní elektrotechnický věk mohl vypadat úplně jinak. Samotná technologie, kterou jsem použil při tvorbě této práce, dnes vděčí za své kořeny Teslovým myšlenkám a pokrokům v oblasti střídavého proudu.



Obr. 1: Nikola Tesla (1890) [6]

2 ŽIVOT A VLIVY

2.1 Narození a raný život

Nikola Tesla se narodil 10. července 1856 ve Smiljanu v etnicky srbské rodině. Smiljan byla vesnice ve vojenském pohraničí rakouského císařství, kterou Rakušané využívali jako zdroj pracovních sil a rekvizic. Vojenská hranice byla vytvořena, aby odradila osmanské nájezdy,

lidé, kteří zde žili, nebyli považováni za rakouské občany. Teslův otec Milutin Tesla byl knězem v místní pravoslavné srbské církvi. Milutinův bratr Josif byl učitelem na vojenské akademii, napsal několik učebnic matematiky. Teslova matka, která nikdy nezískala formální vzdělání, byla mimořádně inteligentní a měla talent na výrobu nástrojů denní potřeby. Tesla připisoval svou fotografickou paměť a tvůrčí schopnosti matčině genetice. Byl jedním z pěti dětí a jediným žijícím mužským potomkem rodiny. Měl staršího bratra, který zemřel v nehodě při jízdě na koni. Byl pokřtěn, což je mezi ortodoxními Srby běžná praxe, jako Nikolaj. Později dostal jméno Nikola po obou svých dědečcích. Jako nemluvně byl slabý a nemocný, proto byl pokřtěn hned druhý den po narození, což je vzácné. Pokřtění se konalo ve smiljanském kostele sv. Petra a Pavla. Ve všech církevních kronikách je Nikolaj místo Nikola a jeho jméno bylo zapsáno ve slovansko-srbském jazyce. Jeho otec byl pokrokový spisovatel a básník, který vlastnil bohatou knihovnu, kde mladý Tesla strávil většinu dětství četbou a studiem cizích jazyků. V roce 1861 nastoupil do základní školy ve Smiljanu, kde se učil němčinu, základy matematiky a náboženství. O rok později se jeho rodina přestěhovala do Gospiće, protože jeho otec byl jmenován církevním hodnostářem v Gospići. Dokončil základní školu a později se přestěhoval do Rakovce u Karlovce. Tam absolvoval další tři roky vzdělávání na Karlovackém gymnáziu. Po ukončení studií se vrátil do Gospiće za rodinou. Nešťastnou náhodou se vzápětí nakazil cholerou. Devět měsíců byl upoután na lůžko; za těchto podmínek přesvědčil svého otce, aby dále financoval jeho vzdělání v oblasti technických studií. Otec chtěl, aby Tesla následoval většinu svých mužských předků a studoval teologii. Tesla, kterého během studií v Karlovaci zaujala elektřina, se chtěl dozvědět více o elektrické energii. Po uzdravení poslal otec Teslu ke strýci do Tomingaje, aby se vyhnul odvodu do rakousko-uherské armády.[2][5]



Obr. 2: Nikola Tesla Birthplace [7]

2.2 Teslova studia ve Štýrském Hradci a v Praze

V roce 1875 začíná studovat techniku, dva roky po ukončení studií se zapisuje na Císařsko-královskou technickou školu ve Štýrském Hradci. Složil 9 zkoušek, což je téměř dvakrát více než je třeba. Během svého působení ve Štýrském Hradci se Tesla stále více zajímal o potenciál elektřiny, který podle něj bylo možné využít pro různé aplikace. Tato raná fascinace ho nasměrovala k jeho budoucím inovacím v oblasti střídavého proudu a bezdrátového přenosu

energie. Ve třetím ročníku studia se mu nedařilo, nakonec Štýrský Hradec v roce 1878 opustil, aniž by školu dokončil. Jeho rodina a přátelé o něm po odchodu ze Štýrského Hradce neměli žádné zprávy, až o několik měsíců později na něj v Mariboru narazil jeden z jeho bývalých spolužáků a oznámil to jeho rodině. O rok později ho otec přesvědčil, aby se vrátil domů a pokračoval ve studiu v Praze. Nedlouho po Teslově návratu domů jeho otec zemřel, Tesla začal učit na místním gymnáziu, aby sehnal dostatek peněz na cestu do Prahy. V lednu 1880 vydělal se svými strýci dostatek peněz a Tesla přijel do Prahy. Tam se nemohl zapsat na Karlovu univerzitu, důvodem bylo, že se nikdy nenaučil řecky a byl negramotný v češtině. Bydlel nedaleko Václavského náměstí a většinu času trávil v knihovnách Klementina. Uvědomuje si, že je pro svou rodinu velkou zátěží, a proto se rozhoduje ukončit svá studia v Praze. [2][5]



Obr.3: Graz University of Technology [8]

2.3 Práce pro Edisona a Budapešťskou telefonní ústřednu

V roce 1881 Nikola Tesla nastoupil do zaměstnání v Budapešťské telefonní ústředně, kde rychle prokázal své technické schopnosti a inovativní myšlení. Tesla byl zpočátku najat jako hlavní elektrikář a byl zodpovědný za odstraňování problémů a zdokonalování systému telefonní ústředny. Během svého působení vylepšil vybavení ústředny a vyvinul zesilovač, který zlepšil čistotu telefonních signálů, ačkoli tento vynález nebyl patentován. Práce na telefonní ústředně Teslovi umožnila prohloubit jeho znalosti elektrických systémů, zejména z hlediska komunikačních technologií, což ovlivnilo jeho pozdější práci v oblasti rozhlasu a bezdrátového přenosu. V roce 1882 se Tesla přestěhoval do Paříže, kde pracoval pro společnost Continental Edison Company, která po celé Evropě instalovala stejnosměrné osvětlovací systémy Thomase Edisona. Tesla zde získal neocenitelné praktické zkušenosti, když cestoval po různých instalacích, odstraňoval poruchy a opravoval elektrické systémy ve Francii a Německu. Tato práce mu umožnila zdokonalit své technické dovednosti a pozorovat omezení Edisonova stejnosměrného systému, což v Teslovi podnítilo touhu prozkoumat potenciál střídavého proudu. Teslovy úspěchy v Paříži vedly v roce 1884 k možnosti pracovat přímo s Thomasem Edisonem v New Yorku. V Edison Machine Works dostal Tesla za úkol vylepšit Edisonovy stejnosměrné generátory, ale brzy se s Edisonem dostal do sporu ohledně výhod střídavého a stejnosměrného proudu. Tesla věřil, že střídavý proud je pro přenos energie na velké vzdálenosti účinnější, což Edison odmítal. Tento zásadní nesouhlas přiměl Teslu k tomu, aby se s Edisonem rozešel a věnoval se technologii střídavého proudu na vlastní pěst. Jeho raná práce v Budapešti, Paříži a New Yorku položila základy pro jeho převratné inovace v oblasti

střídavého proudu, které způsobily revoluci v moderní elektrické síti. Později založil vlastní společnost. [1][2][5]

3 STŘÍDAVÝ PROUD (AC)

Střídavý proud (AC) je druh elektrického proudu, který periodicky mění směr, na rozdíl od stejnosměrného proudu (DC), který teče pouze jedním směrem. Díky této periodické změně směru je střídavý proud obzvláště efektivní pro přenos elektřiny na velké vzdálenosti, protože napětí střídavého proudu lze snadno zvyšovat nebo snižovat pomocí transformátorů, což snižuje ztráty energie při přenosu.

Nikola Tesla, si uvědomil její výhody oproti stejnosměrnému proudu při distribuci elektrické energie ve velkém měřítku. Zatímco stejnosměrný proud vyžaduje četné rozvodny, aby se vyrovnaly ztráty napětí na dlouhé vzdálenosti, střídavý proud může efektivně dodávat energii v rozsáhlých sítích s menším počtem rozvodů a při vyšším napětí, což je cenově výhodnější. Střídavý systém také podporuje vyšší výkony, takže se hodí pro napájení celých měst a průmyslových odvětví.

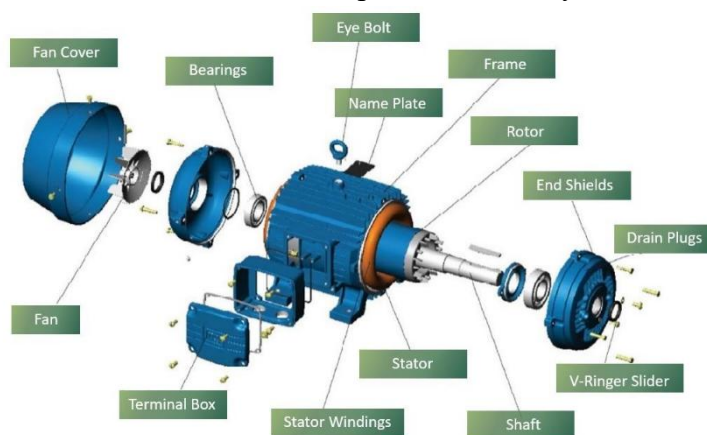
Teslův vynález střídavého motoru a polyfázového systému, který využívá více střídavých signálů k vytvoření točivého magnetického pole, položil základy moderních elektrických sítí. Tento systém umožňuje efektivní provoz motorů a dalších strojů, což byl průlom v průmyslových energetických aplikacích. Teslova vize infrastruktury založené na střídavém proudu zvítězila nad stejnosměrným proudem ve „válce proudů“ na konci 19. století a střídavý proud se od té doby stal standardem v celosvětovém přenosu energie.

Střídavý proud dodnes tvoří základ elektrických sítí po celém světě a zajišťuje dodávky elektřiny do domácností, podniků i průmyslových závodů. Jeho schopnost snadné transformace na různá napětí a kompatibilita s rozsáhlými energetickými systémy z něj činí základní kámen moderní elektrotechniky a infrastruktury. Teslovy inovace v oblasti střídavého proudu nejen formovaly moderní energetiku, ale také umožnily elektrifikaci společnosti, jak ji známe. [1]

4 DALŠÍ VYNÁLEZY

Nikola Tesla je známý především díky své práci na střídavém proudu, ale vytvořil také řadu revolučních, ale méně známých vynálezů, které měly dlouhodobý vliv na moderní techniku. Patří mezi ně asynchronní motor, Teslova cívka, dálkové ovládání a neonové lampy.

Jedním z Teslových nejvýznamnějších vynálezů je asynchronní motor, také známý jako indukční motor, který pracuje na elektro magnetickém systému. Na rozdíl od dřívějších motorů Teslova konstrukce odstranila potřebu kartáčů nebo komutátorů, takže je účinnější, odolnější a praktičtější pro průmyslové použití. Indukční motor se stal základem průmyslových strojů, výtahů a domácích spotřebičů a položil základy moderních elektromotorů, které se dnes používají ve všech zařízeních od ventilátorů až po elektromobily.



Obr.4: MOTORS BASIC. PART TWO: BASIC PRINCIPLES - AC INDUCTION MOTORS [9]

Teslova cívka, vynalezená v roce 1891, je dalším významným výtvozem. Jedná se o vysokofrekvenční transformátor schopný generovat extrémně vysoké napětí, které vytváří velké elektrické oblouky viditelné holým okem. Teslova cívka byla původně navržena pro bezdrátový přenos energie, ale našla uplatnění v rané radiotechnice, bezdrátové komunikaci a lékařských přístrojích, jako jsou například diatermické přístroje. Ačkoli se dnes Teslovy cívky používají především pro vzdělávací demonstrace a zábavu (např. hudební Teslovy cívky), byly Teslovy cívky prvním krokem k rozvoji bezdrátové komunikace a vysokonapětového přenosu. Základní principy se používají také v rádiových vysílačích a lékařských přístrojích, jako jsou elektroterapeutické jednotky.



Obr.5 Tesla coil [10]

Tesla také jako první představil koncept dálkového ovládání v roce 1898, kdy svůj vynález předvedl v Madison Square Garden. Pomocí rádiových vln ovládal malou loď bez posádky, kterou nazval "teleautomat". V té době šlo o revoluční koncept, který položil základ moderním dálkově ovládaným zařízením, včetně dronů, robotů, a dokonce i vojenské techniky. Tato technologie také významně přispěla k rozvoji rádia. Teslovy úspěchy však byly zastíněny, když italský vynálezce Guglielmo Marconi sestrojil podobný systém s využitím 17 Teslových patentovaných nápadů. Marconimu byl zpočátku připisován vynález rádia a v roce 1909 za něj dokonce získal Nobelovu cenu. Teprve v roce 1943, krátce po Teslově smrti, Nejvyšší soud Spojených států konečně uznal Teslu za právoplatného vynálezce tím, že obnovil jeho patenty.

Další Teslovou méně známou inovací byl jeho vývoj neonových a fluorescenčních světel. Tesla sice neonová světla přímo nevynalezl, ale zdokonalil jejich konstrukci a vytvořil barevné svítící trubice pro použití v nápisech a displejích. Jeho práce přispěla ke komerčnímu úspěchu neonového osvětlení, které se stalo charakteristickým znakem moderních reklam a umění.[1][2][3][4]

5 TESLOVA TURBÍNA

Teslova turbína, kterou si Nikola Tesla nechal patentovat v roce 1913, představuje jeden z jeho nejzajímavějších, avšak málo využívaných vynálezů. Na rozdíl od tradičních turbín, které se při získávání energie z tekutiny spoléhají na lopatky nebo křídélka, Teslova turbína využívá bezlopatkovou konstrukci s hladkými, těsně od sebe umístěnými disky. Tyto disky využívají principy proudění v mezní vrstvě, kdy vlivem přilepení pohybující se kapaliny na pevný povrch dochází k přenosu energie. Tento design je jednoduchý a elegantní, ale navzdory svému potenciálu zůstává do značné míry ve stínu tradičnějších turbínových systémů.

Turbína pracuje tak, že směřuje tekutinu o vysoké rychlosti – například páru, vzduch nebo vodu – podélně na okraj disků uvnitř utěsněného prostoru. Kapalina se spirálovitě pohybuje podél disků směrem dovnitř a postupně přenáší energii třením a adhezí. Jak tekutina ztrácí energii, odchází centrálním výfukovým otvorem. Rotor, který se skládá z hromady tenkých disků upevněných na centrální hřídeli, se rychle otáčí a přeměňuje energii kapaliny na mechanickou rotaci. Tento pohyb pak může být využit k pohonu strojů, výrobě elektřiny nebo k jiné práci.

Jednou z nejvýznamnějších výhod Teslovy turbíny je její jednoduchost. Nemá žádné lopatky, které by se mohly rozbít nebo zlomit, a proto vyžaduje minimální údržbu ve srovnání s tradičními turbínami. Kromě toho je turbína univerzální, schopná pracovat s různými kapalinami a efektivně fungovat v malých systémech. Její kompaktní konstrukce a schopnost

pracovat se směsnými kapalinami (jako je voda se vzduchovými bublinami) ji předurčují k použití ve výklenkových aplikacích, jako jsou čerpadla nebo systémy pro využití odpadu. Její účinnost při nízkých otáčkách navíc nabízí potenciální výhody ve specifických situacích.

Navzdory těmto výhodám má Teslova turbína významné nevýhody. Mechanismus mezní vrstvy je sice inovativní, ale při vyšších zatíženích a rychlostech se stává méně účinným, což ji činí méně efektivní než lopatkové turbíny pro rozsáhlé průmyslové použití. Dalším problémem je teplo a tření vznikající v těsně rozmístěných discích, což často vede k rychlému opotřebení materiálu a snížení účinnosti. Navíc je nutná přesná výroba, aby se zachovala přesná vzdálenost a vyrovnaní disků, což zvyšuje ceny.

Neúspěch Teslovy turbíny při jejím masovém rozšíření lze z velké části přičíst nástupu účinnějších technologií. Na počátku 20. století se svět zaměřil na velkokapacitní výrobu elektřiny a průmyslovou energetiku, kde se lopatkové turbíny ukázaly jako efektivnější. Jejich schopnost účinněji přeměňovat energii a dobře zavedené výrobní postupy z nich učinily preferovanou volbu pro elektrárny.

Teslova turbína se sice nestala základem moderního průmyslu, ale inženýři a výzkumníky nepřestává zajímat. K její konstrukci se často vrací v rámci experimentů a vzdělávacích demonstrací a nabízejí pohled na alternativní metody přeměny energie. V posledních letech našla uplatnění v oblastech, jako jsou mikrohydroenergetické systémy a lékařské přístroje, kde jsou výhodné její kompaktní rozměry a jednoduchost.

V rámci praktické části své práce jsem se rozhodl vyrobit jednu z těchto bez lopatkových turbín. A prakticky ukázat její silné a slabé stránky. Chtěl jsem také zjistit, zda bude model v malém měřítku tak účinný, jak tvrdil Nikola Tesla. Tehdy jeho hlavními omezeními byl nedostatek finančních prostředků a materiály, které nevydržely teplo a otáčky generované turbínou. Tesla ji nakonec nazval svým nejvýznamnějším vynálezem a doufal, že se bude používat pro výrobu geotermální energie. K výrobě modelu použiji jako disky CD, jako pouzdro plastové trubky, kovovou tyč a kuličková ložiska. [2]

5.1 Výroba turbíny

K výrobě malého modelu turbíny jsem použil cédečka, šroub m14, dvě vodotěsná kuličková ložiska, podložky a izolační pásku. Začal jsem tím, že jsem přes šroub omotal izolační pásku, dokud ložisko na šroubu těsně nesedělo. Začal jsem na sebe střídavě skládat podložky a cédečka a později jsem to všechno nasadil na šroub. Poslední věc, kterou jsem na šroub nasadil, bylo druhé ložisko, a to je velmi jednoduchá a primitivní Teslova turbína. Dalším krokem ke zlepšení účinnosti by bylo vyrobení pouzdra pro turbínu, také je možný vyrobit optimalizovaný disk, který by zvýšily účinnost turbíny. Se všemi těmito vylepšeními a v ideálním případě by turbína

dokázala pohánět aspoň 3 standardní žárovky. Při konstrukci se objevily drobné problémy, zejména s průměrem středového otvoru CD (1,5 cm), ke kterému nebyl dostupný vhodný šroub. Tento problém byl vyřešen obalením šroubu izolační páskou, čímž se zajistilo pevné uchycení ložisek. Část disku byla natřena, aby bylo možné vizuálně sledovat otáčení. Kryt turbíny nakonec nebyl realizován kvůli technickým omezením a nedostupnosti vhodného PVC potrubí, které by nebránilo účinnosti zařízení. I bez krytu však turbína fungovala a otáčela se rychle při působení stlačené vody.

Ačkoli nebylo možné přesně změřit výkon turbíny kvůli absenci příslušného zařízení, lze na základě podobných experimentálních modelů odhadnout, že i jednoduchá turbína tohoto typu by mohla dosahovat otáček v řádu 10 000–15 000 ot./min.

6 ZÁVĚR

Závěrem, s ohledem na všechny výzkumné, konstrukční a experimentální práce provedené v tomto projektu, lze říci, že Teslova turbína vykazovala značný potenciál z hlediska rychlosti otáčení i možnosti výroby energie. Odhadoval jsem, že turbína by za ideálních podmínek mohla dosáhnout rychlosti až 30 000 otáček za minutu a teoreticky napájet tři standardní žárovky. S odstupem času je však třeba přiznat, že tento odhad byl poněkud nadsazený, zejména kvůli absenci přesného měření a zjednodušené konstrukci bez krytu či optimalizovaného vstupu média. Přesto lze předpokládat, že turbína dosahovala otáček v řádu 10 000 až 15 000 za minutu, což by při napojení na vhodný generátor mohlo postačovat k napájení drobné elektroniky, například LED diod.

Experiment rovněž ukázal, že zvýšení tlaku pracovní látky – ať už kapaliny, nebo plynu – vede k vyšším otáčkám. Vyšší tlak zvyšuje množství energie předané diskům prostřednictvím efektu mezní vrstvy, což vede k intenzivnějšímu rotačnímu pohybu. V souladu s principy mechaniky tekutin a přenosu energie lze říci, že kapaliny jsou díky své vyšší hustotě v tomto uspořádání efektivnější než plyny. Kapaliny dokážou při stejném tlaku působit na disky větší silou, což zvyšuje účinnost přenosu energie.

Projekt tak potvrdil, že Teslova turbína představuje zajímavou technologii s potenciálem využití v různých aplikacích, především tam, kde je možné pracovat s kapalinami – například při malých vodních zdrojích nebo experimentálních energetických systémech. Ukázalo se také, že pro dosažení maximální účinnosti je nezbytné dále experimentovat s provozními parametry, jako jsou druh média, jeho průtok a tlak. Další testování a optimalizace by mohly přinést hlubší porozumění schopnostem turbíny a otevřít cestu k jejímu praktickému využití v oblasti udržitelné a účinné výroby energie.

7 POUŽITÁ LITERATURA

[1] TESLA, Nikola. *The inventions, researches and writings of Nikola*. New York: Barnes & Noble, 2014. ISBN 978-1-4351-6795-7.

[2] CHENEY, Margaret. *Tesla, man out of time*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, [1981]. ISBN 0-13-906859-7.

[3] LOMAS, Robert. *The man who invented the twentieth century: Nikola Tesla, forgotten genius of electricity*. London: Headline, 1999. ISBN 0-7472-7588-2.

[4] *Nikola Tesla papers*. Online. In: Internet Archive. 2024. Dostupné z: <https://archive.org/details/nikolateslapape00tesl/page/3/mode/1up>.

[5] SEIFER, Marc. *Wizard: The Life and Times of Nikola Tesla*. Citadel Press, 1998. ISBN 978-1-55972-329-9.

[6] *Nikola Tesla (1890)*. Online. In: Akropolis. Dostupné z: https://www.akropolis.cz/sites/default/files/styles/asset_image_full/public/assets/images/tesla_1890.jpeg?itok=eJZJthzI.

[7] *Nikola Tesla Birthplace*. Online. In: Science Photo Library. Dostupné z: <https://www.sciencephoto.com/media/831907/view/nikola-tesla-s-birthplace>

[8] *Graz University of Technology* Online. In: Citizen Science. Dostupné z: <https://www.citizen-science.at/en/network/partners/graz-university-of-technology>

[9] *MOTORS BASIC. PART TWO: BASIC PRINCIPLES - AC INDUCTION MOTORS*

Online. In: Flakt Group. Dostupné z: <https://www.flaktgroup.com/globalassets/news/2020/07.-july/motors-pic-4.jpg>

[10] *Tesla coil*. Online. In: Britannica. Dostupné z: <https://www.britannica.com/technology/Tesla-coil>.