

VLADIMIR PAAR
Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti Zagreb

Primljeno: 26.06.2007.
Prihvaćeno: 26.10.2007.

TESLA – VIZIONAR 21. STOLJEĆA *

U svjetskoj povijesti Tesla ima visoko opće priznato mjesto po svojim brojnim tehničkim otkrićima na polju elektrotehnike, elektronike, energetike i strojarstva, a posebno u primjeni izmjenične električne struje, koja predstavljaju stožerni doprinos drugoj tehnološkoj revoluciji u 20. stoljeću. Tesla je također prethodnik ideje niza tehničkih dostignuća koja su kasnije realizirana, kao što su npr. robotika, radioveza, globalna komunikacijska mreža (internet), televizor, kompjutor, zrakoplovi s vertikalnim uzlijetanjem, laser, nuklearni akceleratori i korištenje čestičnih zraka za tehničke i vojne primjene, krstareće rakete, novi tipovi turbina, koncept radara, vakuumska cijev, fluorescentna svjetiljka, Zemljini sateliti u geostacionarnoj orbiti itd. No manje je poznato da je Tesla također prvi uočio niz značajnih fizikalnih pojava za koje su kasnije drugi znanstvenici dobivali Nobelove nagrade.

Tesla: čovjek-izumitelj-fizičar za sva vremena

Što bi Tesla rekao danas, više od šest desetljeća nakon svog odlaska iz svijeta živih?

Sigurno bi bio začuđen i zapanjen kad bi u znanstvenoj i stručnoj literaturi potražio svoje ime. U znanstvenim i stručnim knjigama objavljenim početkom 21. stoljeća posvuda bi nalazio svoje ime, više nego recimo ime Teslinog poznanika Einsteina, koji je još u Teslino vrijeme a i danas smatran najvećim znanstvenim imenom 20. stoljeća. Tesla bi svoje ime našao napisano milijune puta u časopisima i knjigama, više nego Einsteinovo. Ali bez Tesline direktne zasluge. Jer dva desetljeća nakon što Tesle više nije bilo, svjetski su znan-

* Predavanje koje je autor održao 27.11.2006. godine u Gradskoj knjižnici i čitaonici «Metel Ožegović» u Varaždinu.

stvenici odlučili da njemu u čast jedinicu za magnetno polje imenuju Tesla, sa znakom T. A kako je magnetno polje sve više prisutno posvuda, u fizici, kemiji, biologiji, astronomiji, elektrotehnici, mikroelektronici, geofizici, medicini, ... jasno da se i jedinica tesla sve više koristi. Tesla bi sigurno s ponešto cinizma primijetio da su znanstvenici pri izboru njegova imena za jednu od osnovnih fizikalnih jedinica željeli ispraviti mnoge stare nepravde koje su mu učinjene tijekom života.

Tesla bi s ponosom gledao na svoj izbor među četrnaest svjetskih znanstvenika kojima je pripala rijetka čast da se po njima nazovu fizikalne jedinice u međunarodnom sustavu: to su Pascal, Newton, Coulomb, Volt, Ohm, Joule, Watt, Amper, Faraday, Henry, Weber, Hertz, Kelvin i Tesla. U tom elitnom društvu najstariji je Pascal (rođen 1623.) a najmlađi Tesla (rođen 1856.), koji je jedini uz Kelvina za života dočekao novogodišnju proslavu na početku 20. stoljeća, ali je od Kelvina bio čak trideset godina mlađi.

Možda bi ga još više obradovalo kad bi čuo da je ušao u još jedno elitno društvo, među velikanima po kojima su astronomi dali imena brdima na Mjesecu. Tu je Tesla u društvu Newtona, Boškovića, Einsteina, Julije Cezara, ... Tesla bi se sigurno čeznutljivo prisjetio djetinjstva u rodnoj Lici gdje je daleko od svjetlosnog zagađenja velegrada promatrao Mjesec i maštao, ne sluteći da će tamo dobiti čitavo brdo. Dobiti brdo na Mjesecu bilo je mnogo veće i teže ostvarivo priznanje od Nobelove nagrade! Malo je nobelovaca koji se time mogu pohvaliti!

Tesla bi zacijelo bio polaskan statusom koji uživa u 21. stoljeću, osjetio bi to kao satisfakciju za sva razočaranja, nerazumijevanja i nepravde koja je doživljavao tijekom života.

U svjetskoj znanstvenoj povijesti Tesla zauzima visoko mjesto svojim izumima iz elektrotehnike: dao je mnoga poboljšanja elektrotehničkih uređaja, elektromotora, generatora, transformatora, posebno u primjeni izmjenične električne struje.

Iako su njegova tehnička otkrića značajno pridonjela drugoj tehnološkoj revoluciji na području primjene električne energije u 20. stoljeću, Tesla bi danas bio oprezniji u ocjeni daljnjih perspektiva svojih izuma. Hoće li se oni primjenjivati i na početku 22. stoljeća? Ili će tada svi ti njegovi veliki izumi, zajedno s električnom mrežom na izmjeničnu struju imati svoje mjesto samo u muzeju starina, pored kolovrata i brončane sjekire? Tesla bi se sada prisjetio svojih konfrontacija s Edisonom, koji je svoju varijantu elektrifikacije vidio u primjeni istosmjerne struje, koja teče stalno u istom smjeru. Edison je izgubio. A Tesla i njegovi istomišljenici pobijedili, jer je izmjenična struja, koja stalno mijenja svoj smjer amo-tamo prikladnija za upotrebu, s manjim gubitkom en-

ergije. Međutim, Tesla je itekako bio svjestan da je izmjenična struja u prednosti pred istosmjernom zbog električnog otpora i da bi se situacija mogla sasvim izmijeniti kad bi se električni otpor bitno smanjio, a pogotovo ako bi pao na nulu. A upravo se to dešava kod supravodiča – materijala koji ispod određene temperature gube električni otpor, pa struju vode bez gubitka energije. Tesla bi odmah pomislio da će intenzivna istraživanja koja su početkom 21. stoljeća u tijeku dati nove vrste supravodiča, jeftine i supravodljive na običnim temperaturama, pa će na mjesto Tesline elektrotehnike s uređajima na izmjeničnu struju doći nova elektrotehnika na istosmjernu struju. Tesla bi vjerojatno bio skeptičan u pogledu budućnosti svoje elektrotehnike. Zato bi danas bio možda rezerviran da o tome razgovara.

Ali odmah bi «prepoznao» mnoga znanstveno-tehnološka otkrića današnjice kao što su: internet, televizor, roboti, daljinsko upravljanje, krstarće rakete, snopovi brzih čestica, lebdeći vlakovi s magnetnom levitacijom, električna osnova fizioloških procesa, ... pa sve je to bilo u Teslinim vizijama prije jednog stoljeća!

U djetinjstvu su se Tesli priviđale slike, često praćene jakim bljeskovima koji su mu mutili pogled na okolne predmete i utjecale mu na misli i djela. I obratno, kad bi čuo neku riječ, priviđala bi mu se živa slika predmeta koju je ta riječ opisivala u njegovoj viziji. Tesla kaže: «Ponekad nisam mogao razlučiti je li ono što vidim opipljivo ili nije. Stvorio sam teoriju prema kojoj te slike izaziva refleksno djelovanje mozga na mrežnicu u oku. Ako je moje objašnjenje točno, tada bi se i na ekranu mogla projicirati slika bilo kojeg predmeta i postati vidljivom. Bio sam uvjeren da je takvo čudo moguće.» Takva su razmišljanja vodila na ideju televizora.

Tesla bi se danas osjećao kao «praotac» internet-a. Prije sto godina zalagao se za ideju «svjetskog sustava za povezivanje komunikacija u jedan sustav». Tesla bi odmah prepoznao da je na prijelazu između 20. i 21. stoljeća njegova ideja realizirana pod nazivom – internet.

Veliki vizionar Tesla razvijao je ideju da se pomoću električnih i magnetnih polja ubrzavaju električno nabijene čestice do vrlo velikih brzina. Predlagao je da se te zrake koriste za znanstvene i industrijske primjene kao sredstvo visoke tehnologije, s velikim mogućnostima razvoja. Predlagao je također da se takve zrake od izvanredno brzih električno nabijebih čestica koriste i kao moćno oružje, koje bi se moglo koristiti i u svemiru kao svemirsko oružje. Potkraj 20. stoljeća ta je Teslina ideja postala aktualna u okviru velikog američkog projekta razvoja svemirskog oružja, poznatog pod nazivom «rat zvijezda».

S povijesne distance ironija je sudbine koliko je Tesla razmišljao o novim oružjima zasnovanim na znanosti. Razvijao je ideje zrakoplova bez propelera i krila, podmornice koje ispaljuju raketne projekte koji upravljani radiovezom

točno pogađaju ciljeve udaljene tisuće kilometara. «Krstareće rakete» Teslina su ideja.

Tesla kao praotac robotike iznosio ideju daljinskog upravljanja i izgradnju automata-robotu, koji misle i mogu zamijeniti čovjeka u teškim okolnostima. Roboti bi zamijenili ljude u mnogim teškim i dosadnim poslovima. Ali roboti bi mogli zamijeniti ljude i u nehumanoj djelatnosti – ratovanju.

A istodobno, Teslina je ideja bila da će čovječanstvo u budućnosti živjeti u miru – bez ratova. Vjerovao je da su moćna oružja upravo najefikasnije sredstvo koje će ljude odvratiti od ratovanja. I sam je kasnije sumnjao nije li se prevario, kao i jedan drugi veliki pacifist, Alfred Nobel, koji je mislio da će svojim otkrićem dinamita velike razorne snage pridonijeti uspostavi svjetskog mira. No kao i kod Nobela, tako i kod Tesle, sve se lomilo na jednostavnom ljudskom pitanju: «Možemo li vjerovati da će se ljudi, suočeni s opasnošću od razornog oružja, odreći njegove primjene.»

Rijetko koji je znanstvenik u povijesti imao toliko krupnih otkrića kao Tesla, a da su glavne plodove ubrali drugi.

Najbolniji za Teslu bio je «slučaj Marconi». Taj Talijan skromnih stvaralačkih mogućnosti uspostavio je 1901. godine radiotelegrafsku vezu između Europe i SAD i za to dobio Nobelovu nagradu. A bežični sustav kakav je koristio Marconi zapravo je bio Teslin izum, što je bilo sasvim jasno po ranijim Teslinim patentima. Tesla je nakon dugtrajnog sudskog procesa koji je pokrenuo dobio i sudsku zadovoljštinu: američki sud je presudio da je otkriće Teslino, a Marconi plagijator. Ali sudska je odluka stigla mnogo, mnogo prekasno, kad pitanje znanstvenog prioriteta radioprijenosa gotovo nikoga nije zanimalo. Tesla bi rekao: «Marconi me je pokrao i izveo uspješan medijski spektakl. Pa svi znaju da sam nekoliko godina prije Marconija demonstrirao radiovezu i da sam je koristio za daljinsko upravljanje modelima brodova i podmornica! To smatram svojim najvećim otkrićem.» Tesla je bolno doživljavao to što su mu gospoda iz Nobelovog povjerenstva i šira stručna javnost osporavali to njegovo najveće otkriće. Kasnije se moglo naslutiti da su tome pridonijela dva faktora: tadašnji podcjenjivački odnos europskih znanstvenika prema američkoj znanosti kojoj je Tesla pripadao, kao i Teslina ličnost koja mu je pribavila epitet čudaka.

Dosta kasnije Lawrence je dobio Nobelovu nagradu za otkriće ciklotrona, koji stvara snop brzih električnih čestica ubrzavanjem pomoću djelovanja električnih i magnetnih polja, što je bila Teslina ideja.

U fundamentalnoj znanosti dva su intrigantna i nerazjašnjena pitanja Teslinog doprinosa: otkriće rendgenskih zraka i otkriće elektrona.

Je li istina da je Tesla otkrio rendgenske zrake prije Röntgena, i da bi se one zapravo trebale zvati Tesline zrake? Još 1894. godine Tesla je otkrio da na

zatvorenim fotografskim pločama smještenim pokraj katodne cijevi dolazi do oštećenja. Odmah je posumnjao da u katodnoj cijevi nastaje nekakvo posebno zračenje. I baš kad je to otkriće trebao privesti kraju, početkom 1895. godine došlo je do požara i izgorio je čitav Teslin laboratorij i uništeni su mu uređaji, što ga je onemogućilo u radu na neko vrijeme i prisililo da odgodi objavljivanje svog otkrića novih prodornih zraka. A upravo dok je Tesla čekao, do istog je otkrića došao Röntgen, i odmah ga objavio krajem 1895. godine. Čuvši to, Tesla je bio očajan. Znao je da bi prioritet otkrića trebao pripasti njemu, jer je prvi otkrio te zrake. Da bi to dokazao, već nekoliko mjeseci nakon Röntgena objavio je svoje ranije otkriće u američkom časopisu *Electrical Review*, pa zatim još nekoliko članaka o tim zrakama, o rendgenskoj tehnici, i o djelovanju tih zraka. Možemo zamisliti kako je Tesla razočarano razmišljao: «Pa svakome mora biti jasno da za dobivanje takvih rezultata treba dulje vrijeme, i da sam sve te rezultate mogao postići samo ranijim dugotrajnim istraživanjima. Pa to je tako jasan dokaz mog prvenstva u otkriću tih novih zraka!

» Ali sve je bilo uzalud: prepotentni europski fizičari potpuno su ignorirali Teslino otkriće novih zraka i sve pripisali isključivo Röntgenu. Za to otkriće Röntgen je postao prvi dobitnik Nobelove nagrade za fiziku. «A mene su zaboravili», rezignirano bi rekao Tesla. Ironija sudbine je uplela svoje prste: da nije bilo požara, Tesla bi početkom 1895. godine objavio otkriće svojih zraka, one bi se nazvale Teslinim zrakama, umjesto rendgenskim, i Tesla bi bio prvi dobitnik Nobelove nagrade za fizike. Iako to nikad nije rekao, teško da se Tesli inače sklonom paranoji nisu javljale misli da je možda netko od europskih posjetitelja njegovog laboratorija koji je vidio njegove pokuse s novim zrakama 1894. godine to «došapnuo» Röntgenu. Je li Röntgen zaista znao za Teslino otkriće, vjerojatno se nikad neće saznati. Kao što se vjerojatno nikad neće saznati je li Einstein znao za Poincareovo otkriće većine rezultata teorije relativnosti – znatno prije Einsteina.

Možda je još intrigantniji slučaj otkrića elektrona 1896. godine, sigurno jedno od najvećih znanstvenih otkrića u povijesti čovječanstva, za koje je Nobelovu nagradu dobio britanski fizičar J. J. Thomson.

Još 1891. godine Tesla je u časopisu *The Electrical Engineer* u New Yorku objavio rezultate svojih pokusa s električnim izbojem u vakuumskoj cijevi, koje je tumačio kao posljedicu djelovanja električno nabijenih čestica. Na Teslin članak tada je oštro reagirao slavni engleski fizičar Thomson, objavivši članak u kojemu je osporio Teslin rezultat. Tesla je tada u svom poslovičnom stilu odgovorio novim člankom «Odgovor Thomsonovom članku», u kojemu ja iznosio argumente protiv Thomsonove kritike. Tesla odgovara Thomsonu: »Opažena pojava je posljedica gibanja malih električno nabijenih čestica koje se velikom brzinom sudaraju s molekulama razrijeđenog plina.» No Tesline riječi ne nailaze na odziv u znanstvenoj javnosti. Međutim, Thomson nastavlja

svoje pokuse, ali na drukčiji način, stavljajući vakuumsku cijev u magnetno polje. Rezultat tog ponovljenog Thomsonovog pokusa bio je dokaz za postojanje upravo onakvih električno nabijenih čestica o kakvima je govorio Tesla. Thomson je te čestice nazvao elektronima. A u svom članku uopće nije spomenuo Teslu! Za to je otkriće Thomson dobio Nobelovu nagradu. A sam se Tesla zacijelo mogao upitati: «Nije li stvarni cilj Thomsonovog pokusa bio da uvjerljivo pobije moju tvrdnju o postojanju elektrona i da se tako obračuna sa mnom? No nasuprot svom očekivanju, dobio je nedvojben dokaz da sam ja bio u pravu kad sam tvrdio da takve čestice postoje. Ali tada je sve to zaboravio i moju ulogu prešutio. A svjetska je znanstvena povijest, tada dominantno europska, takvu «friziranu» istinu spremno prihvatila.»

Nije li situacija sada zrela da dođe do kritičnog preispitivanja svjetske znanstvene povijesti 19. i 20. stoljeća, sada s pozicije vodeće znanstvene velesile 21. stoljeća? Lako je moguće. U tom slučaju Teslina uloga u razvoju svjetske znanstvene misli mogla bi biti bitno revalorizirati, i dati novi imidž Tesle i kao velikog nepriznatog velikana u fundamentalnoj fizici.

Govoreći o Tesli, nije moguće zaobići Teslu kao neobičnu osobu. Čovjeka istančano umjetničkog senzibiliteta i moćne mašte, koji je imao jasne vizije i prije nego što ih je znanstveno obradio. Bio je opsjednut psihičkim fenomenima.

Tesla piše: «Mnogo sam godina pokušavao riješiti zagonetku smrti i uporno sam tražio neki znak duhovnog života. Boraveći u Engleskoj jedne sam noći dugo bio budan, a onda sam iznenada ugledao kako blagi oblak nosi anđeoske likove predivne ljepote. Jedan od tih likova me gledao s ljubavlju i postupno poprimao obrise moje majke. Pojava je polako lebdjela mojom sobom i zatim nestala. Tada sam se probudio uslijed neopisivo nježne pjesme koju je pjevalo mnogo glasova. U tom sam trenutku bio toliko siguran da je moja majka upravo umrla, da se to riječima ne može izraziti. I to je bila istina. Dosta kasnije vidio sam sliku jednog proslavljenog umjetnika koja alegorijski predstavlja godišnje doba u obliku oblaka sa skupinom anđela koji lebde u zraku. A to je bila upravo slika koju sam vidio u onom kobnom snu – osim majčinog lika.»

Mučila ga je usamljenost. Mučio ga je osjećaj da njegove ideje nisu shvaćene. Sve se više ponašao kao čudak. Sve se više panično bojao bakterija. S distance je maštao jednu ženu, ali joj se nije usudio prići. Sve se je više povlačio u svoj imaginarni svijet velikih tajni i tajnih oružja, i postajao sve usamljeniji.

Punih pola stoljeća bio je član Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti (tada pod nazivom Jugoslavenske). U tom društvu bila su još dvojica znanstvenika prvorazrednih svjetskih znanstvenih otkrića: Andrija Mohorovičić,

koji je otkrio skokovit prijelaz između Zemljine kore i plašta (Mohorovičićev diskontinuitet) i Milutin Milanković, koji je otkrio da se na Zemlji periodički izmjenjuju globalno zagrijavanje i ledeno doba (Milankovićeve ciklusi), s periodom od oko sto tisuća godina. Poput Tesle, obojicu je zaobišla Nobelova nagrada, ali im je pripala veća čast: brdo na Mjesecu. Malo je nacionalnih akademija znanosti u svijetu koje se poput HAZU, mogu pohvaliti da tri njezina člana imaju brda na Mjesecu.

Tesla je imao visoko mišljenje o kvaliteti austrijsko-mađarsko-hrvatskog školstva. Isticao je da «vrlo kvalitetnim školama koje je pohađao u Hrvatskoj mnogo duguje za svoje kasnije uspjehe». Isticao je da je prije svega važna kvaliteta znanja stečenog u školi, a ne njegov opseg. Danas, na početku 21. stoljeća, nova pedagoška paradigma u svijetu upravo se nastavlja na te Tesline misli.

Tesla i moderna fizika

Osvrnimo se поближе na Tesline znanstvene rezultate i vizije u području prirodnih znanosti, pretežito iz fizike. U svom članku «*Tesla harness cosmic energy*» (Philadelphia Public Ledger, 2 November 1933) Tesla je prikazan kao “ugledni fizičar i izumitelj znanstvenih uređaja” («*noted physicist and inventor of scientific devices*»), što njegovom stvaralaštvu daje dodatnu dimenziju u odnosu na njegov tradicionalni imidž izumitelja na polju elektrotehnike. Ovdje se posebno analiziraju ključna fizikalna otkrića na prijelazu 19. i 20. stoljeća i tijekom prve polovine 20. stoljeća u odnosu na Teslina fizikalna istraživanja i njegov direktni utjecaj na ta otkrića: Teslini objavljeni radovi o elektronu 1891. godine u odnosu na Thomsonovo otkriće elektrona 1897. godine, Teslini radovi s Röntgenskim zrakama 1894. godine u odnosu na Röntgenovo otkriće 1895. godine, Teslin koncept radara iz 1903. godine u odnosu na konstrukciju radara 1937. godine, Teslina ideja elektronskog mikroskopa 1903. godine u odnosu na elektronski mikroskop koji je konstruirao Ruska 1931. godine, Teslinu ideju akceleratora snopova električni nabijenih čestica iz 1891. godine u odnosu na linearni akcelerator koji su konstruirali Cockroft i Walton 1932. godine, Teslina ideja o kozmičkim zrakama iz 1897. godine u odnosu na Hessovo eksperimentalno otkriće kozmičkih zraka 1912. godine, Teslina ideja inducirane radioaktivnosti iz 1899. godine u odnosu na eksperimentalno otkriće radioaktivnosti inducirane nuklearnim reakcijama koje su izveli supruzi Joliot-Curie godine 1934., Teslin uređaj sličan laseru iz 1893. godine u odnosu na maser/laser koji su konstruirali Townes, Prohorov i Basov (1952. godine) i Maiman (1960. godine).

Nikola Tesla je bio počasni član Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti (tada pod nazivom Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti) u Zagrebu

gotovo polja stoljeća, od 1896. do 1943. godine. U Akademijinom Ljetopisu Tesla se navodi kao «izumitelj i fizičar». U to doba elektrotehnika još nije bila posebna znanstvena i stručna disciplina, nego je pretežito još smatrana dijelom fizike. Krajem 19. stoljeća tek su vođene rasprave o statusu elektrotehnike u okviru fizike. Rezultat tih rasprava bilo je izdvajanje elektrotehnike kao posebne znanstvene discipline. No treba reći i to da Tesla nije bio samo začetnik ideja i genijalni konstruktor elektrotehničkih uređaja, nego se isticao i vrhunskim znanjem teorijske fizike na polju klasične (Maxwellove) elektrodinamike, što mu je omogućilo da predvidi, izvede i izračuna djelovanje mnogih svojih izuma.

U članku «*Tesla harness cosmic energy*» objavljenom u listu Philadelphia Public Ledger (2 November 1933) Tesla je predstavljen kao poznati fizičar i izumitelj znanstvenih uređaja («*noted physicist and inventor of scientific devices*»).

U svjetskoj znanstvenoj povijesti Tesla je zauzeo visoko mjesto svojim izumima iz elektrotehnike, ponajprije velikim brojem izuma i patenata u vezi izmjenične struje.

Tesla se također odlikovao impresivnom kreativnošću i znanjem eksperimentalne fizike, koje je bilo i ispred teorijskih znanja tog vremena.

Fizikalna jedinica Tesla (T)

Međunarodni sustav fizikalnih jedinica uključuje trinaest izvedenih jedinica, koje su nazvane po istaknutim svjetskim znanstvenicima.

Jedinica	Znanstvenik po kojemu nosi ime
Newton	Isaac Newton (1643-1727)
Pascal	Blaise Pascal (1623-1662)
Joule	James Joule (1818-1889)
Watt	James Watt (1736-1819)
Hertz	Heinrich Hertz (1857-1894)
Coulomb	Charles Coulomb (1736-1806)
Volt	Alessandro Volta (1745-1827)
Ohm	Georg Ohm (1789-1854)
Siemens	Werner Siemens (1816-1892)
Henry	Joseph Henry (1797-1878)
Farad	Michael Faraday (1791-1867)
Weber	Wilhelm Weber (1804-1891)
Tesla	Nikola Tesla (1856-1943)

Po Tesli je nazvana jedinica za magnetnu indukciju. Od svih ovih znanstvenika kojima je pripala ta izuzetna čast, Tesla je najmlađi. On je jedini suvremenik 20. stoljeća. Sada se godišnje jedinica Tesla može naći na milijune puta u znanstvenim i stručnim publikacijama, a daljnjim razvojem znanosti i tehnologije ta će se jedinica sve više i više upotrebljavati.

Tesla – prethodnik mnogih važnih otkrića i izuma

Dok je Tesla na području izmjeničnih struja dobio nedvojbeno svjetsko priznanje i priznati prioritet, na nizu drugih otkrića bio je prethodnik, a što dosad nije adekvatno valorizirano u svjetskoj znanstvenoj povijesti.

Evo popisa nekih od tih otkrića.

	Priznato otkriće:
Tesla (1891) Elektron	Thomson (1897)
Tesla (1898) Radio-veza	Marconi (1901)
Tesla (1894) Rendgenske zrake	Röntgen (1895)
Tesla (1903) Radar	(1937)
Tesla (1891) Elektronski mikroskop	Ruska (1931)
Tesla (1891) Akcelerator čestica	
Linearni akcerator	Cockroft and Walton (1932)
Tesla (1897) Kozmičke zrake	Hess (1912)
Tesla (1899) Induciranaradioaktivnost	Joliot-Curie (1934)
Tesla (1893) Laser	Townes, Prohorov, Basov (1952)
	Maiman (1960)

Tesla je idejni začetnik i u nizu drugih izuma, kao što su na primjer: vakuumska cijev, fluorescentna svjetiljka, sateliti u geostacionarnoj orbiti, daljinsko upravljanje radiovezom, ionozirana plazma, robot, logički sklop «AND», radar (1917), oružje na zrake, televizija (1920), krstareći projektili, kriogene tekućine i elektricitet, zrakoplov s vertikalnim uzletanjem, svjetski sustav za povezivanje komunikacija u jedan globalni sustav (internet) itd.

Navedimo dva primjera pionirske uloge Tesle.

Tesla je prvi iznio ideju televizora. Smatrao je da slike koje nam se priviđaju izaziva refleksno djelovanje mozga na mrežnicu. Razmišljao je ovako: ako je to objašnjenje točno, na ekranu bi se mogla projicirati slika bilo kojeg predmeta i učiniti je vidljivom. Tesla je bio je uvjeren da je «takvo čudo», koje je nazvao televizijom, moguće i da će se ostvariti u budućnosti. No treba reći da su već ranije slike bile prenošene električnim kabelima.

Evo što o televiziji kaže Tesla u svom članku iz 1920. godine.

N. Tesla, Development an practice and art of telephotography, Electrical Review, December 11 (1920):

«Television is to be the next step in progress of transmission. By television is meant instantaneous transmission of visual impressions to any distance by wire or wireless. It is a subject to which I have devoted more than 25 years of close study... but great difficulties are still on the way... It is a gigantic task, but I am confident that the world will witness its actual accomplishment in the near future.»

Drugi zanimljivi detalj iz bogatog Teslinog stvaralaštva je njegova ideja radara. Još na prijelazu 19. i 20. stoljeća Tesla je imao jasnu ideju radara za detekciju zrakoplova. Tek tijekom I. svjetskog rata, 1917.godine, prijedlog za konstrukciju radara iznio je vladi SAD-a. Taj je prijedlog trebala valorizirati posebna Vladina komisija, kojoj je na čelu bio slavni američki izumitelj i naj-ljući Teslin suparnik, Edison. Nastojeći napakostiti Tesli, Edison je odbacio Teslin prijedlog kao nerealan, i tako odgodio otkriće radara za više od dva desetljeća.

Najintrigantnija pitanja u vezi ključnih Teslinih fizikalnih otkrića su:

1. Je li Tesla prvi otkrio elektron?
2. Je li Tesla prvi otkrio rendgenske zrake?
3. Je li Tesla prvi napravio i upotrijebio laser?
4. Je li Tesla prvi otkrio kozmičke zrake?

Razmotrimo pobliže ova četiri pitanja.

Tesla i otkriće elektrona

1891. godine Tesla je objavio u časopisu The Electrical Engineer (New York) rezultate svojih pokusa s električnim izbojem u vakuumskoj cijevi i to tumačio kao posljedicu djelovanja električki nabijenih čestica. Na taj članak oštro je reagirao engleski fizičar J.J. Thomson i objavio članak u kojem je osporio Teslin rezultat. Tesla je odgovorio člankom “Reply to J.J. Thomson’s note” u kojemu je osporavao Thomsonovu kritiku.

A šest godina kasnije upravo je J.J. Thomson pokusom u magnetnom polju nedvojbeno dokazao postojanje takvih čestica i nazvao ih elektronima. Za to otkriće dobio je Nobelovu nagradu za fiziku.

Da bi se pobliže prikazala ova gotovo zaboravljena epizoda oko otkrića elektrona, a čije značenje za otkriće elektrona još uvijek nije rasvijetljeno, ovdje navodimo samo neke detalje konfrontacije Tesla-Thomson oko elektrona.

Prvi Teslin članak *N. Tesla, Electric discharge in vacuum tubes. The Electrical Engineer (New York) July 1 (1891) A-16:*

«The following lines are not penned with any desire on my part to put myself on record as one who has performed similar experiments, but with a desire to assist by pointing out certain peculiarities of the phenomena observed, which, to all appearances, have not been noted by Prof. J.J. Thomson ... These peculiarities noted by me would seem to be at variance with the view of Prof. J.J. Thomson, and present phenomena in different light..

My investigations occupied me during the past year. During this time different experiments were performed.

Prof. J.J. Thomson's view of the phenomena under consideration seems to be that they are wholly due to electromagnetic action. I was, at one time, of the same opinion, but upon carefully investigating the subject I was led to the conviction that they are more of an electrostatic nature. In support of my view I will describe a few experiments made by me.

To excite luminosity in the tube it is not absolutely necessary that the conductor should be closed... the fact that the glow can be produced along the primary in the form of an open spiral argues for an electrostatic effect.

Another experiment performed is illustrated in Fig. 5. In this case an ordinary lamp-bulb was surrounded by one or two turns of thick copper wire P and the luminous circle L excited in the bulb by discharging through the primary. The lamp-bulb was provided with a tinfoil coating on the side opposite to the primary and each time the tinfoil coating was connected to the ground or to a large object the luminosity of the circle was considerably decreased. This was evidently due to electrostatic action.»

Thomsonov odgovor Tesli: *Note by Prof. J.J. Thomson, London Electrician (London), July 24 (1891):*

«Mr. Tesla seems to ascribe the effects he observed to electrostatic action, and I have no doubt, from the description he gives of his method of conducting his experiments, that in them electrostatic action plays a very important part. He seems, however, to have misunderstood my position with respect to the cause of these discharges, which is not, as he implies, that luminosity in tubes without electrodes cannot be produced by electrostatic action, but that it can also be produced when this action is excluded...

I have now almost finished writing out, and hope very shortly to publish, an account of these and a large number of allied experiments, including some analogous to those mentioned by Mr. Tesla ... This seems to me to admit of a satisfactory explanation, for which, however, I must refer to my paper.»

Teslin odgovor na Thomsonov odgovor: *Reply to J.J. Thomson's note in the Electrician of July 24, 1891, The Electrical Engineer (New York), August 26 (1891):*

«I did not, as Prof. J.J. Thomson seems to believe, misunderstand his position in regard to the cause of the phenomena considered, but I thought that in his experiments, as well in my own, electrostatic effects were of great importance.

In using the term electrostatic I had reference rather to the nature of the action than to a stationary condition, which is the usual acceptance of the term. To express myself more clearly, I will suppose that near a closed exhausted tube to be placed a small sphere charged to a high potential. The sphere would act inductively upon the tube, and by distributing electricity over the same would undoubtedly produce luminosity.

But now, suppose the charged sphere to be moved at short intervals with great speed along the exhausted tube... The moving sphere would cause a constant redistribution of electricity and collisions of the molecules of the rarefied gas.

It is in the spirit of the above example that I used the terms «more of an electrostatic nature».

U svom članku Tesla već 1891. godine iznosi ideju da se katodne zrake sastoje od električnih čestica, a Thomson to osporava. Da bi šest godina kasnije upravo Thomson eksperimentalno (upotrebom magnetnog polja) dokazao da se katodne zrake sastoje od elektrona a da pritom nigdje ne spominje da je tu ideju ranije iznio i dokazivao Tesla! Kao što je Thomson prešutio Teslinu ulogu, tako je to kasnije učinila i svjetska znanstvena povijest.

Još je nešto simptomatično u ovom znanstvenom sučeljavanju Tesle i Thomsona. Dok Tesla oslovljava Thomsona sa «Prof. J.J. Thomson», njemu Thomson opetovano uzvraća sa «Mr. Tesla». Može se naslućivati koliko se radi o podcjenjivačkom odnosu prema Tesli, a koliko o tada prisutnom osjećaju superiornosti europske nad američkom fizikom.

Tesla i otkriće rendgenskih zraka

Prema više izvora, Tesla je prvi otkrio nove zrake, koje su kasnije dobile ime rendgenske. Još 1894. u svojim je pokusima otkrio da na fotografskim pločama pokraj katodne cijevi dolazi do oštećenja. Odmah je posumnjao da u katodnoj cijevi nastaje neko posebno zračenje. No početkom 1895. godine izgorio je Teslinu laboratorij i uništio sav materijal i opremu, što ga je onemogućilo u radu na neko vrijeme. U isto vrijeme Röntgen je objavio svoje otkriće 8. studenog 1895. godine. Može se postaviti pitanje nije li Röntgen znao za Tes-

line rezultate, jer je više ljudi znalo za njegovo neobjavljeno otkriće. U svakom slučaju, čini se da je Tesla prvi otkrio te zrake. U prilog tome govori to da je Tesla samo tri mjeseca nakon Röntgena objavio u američkom časopisu *Electrical Review* prvi od niza članaka o tim zrakama i iznio detalje tehnike s njima u vezi. A čini se jasnim da za dobivanje takvih rezultata treba dulje vrijeme i da je te rezultate mogao postići samo duljim ranijim istraživanjima.

Američka fizika u to je doba bila tek u povojima. S druge strane Teslu su priznavali isključivo kao izumitelja, ali ne i kao fizičara. Kao što je poznato, Röntgen je za to otkriće postao prvi dobitnik Nobelove nagrade za fiziku.

Da bismo detaljno argumentirali Teslino sudjelovanje u otkriću rendgenskih zraka, evo relevantnijih dijelova iz prvih Teslinih članaka nakon Röntgenovog članka objavljenog 11. studenog 1895.:

N. Tesla, On Roentgen rays (1) Electrical Review, March 11, (1896):

Mnogo kasnije fizičari su utvrdili da rendgensko zračenje pokazuje i čestična svojstva (fotoni rendgenskog zračenja).

U tom radu Tesla je prikazao svoje prve rendgenske slike, dobivene pomoću visokofrekventnih zavojnica i vakuumskih cijevi.

N. Tesla, Tesla's startling results in radiography at great distances through considerable thickness of substance, Electrical Review, New York 28 No. 11 (11 March 1896) 131, 134

U tom radu Tesla opisuje radiografove dobivene na udaljenosti od 40 stopa, što je u to vrijeme bila enormno velika udaljenost za transmisiju rendgenskih zraka kroz zrak.

N. Tesla, On reflected Röntgen rays, Electrical Review, April 1 (1896)

U tom radu Tesla je pokazao da se rendgenske zrake mogu reflektirati. Tesla je istraživao refleksiju na vodičima, a i na nekim izolatorima. To znači da je Tesla osim direktne refleksije rendgenskih zraka otkrio i sekundarni efekt (Back Scattering Electrons). Vjerojatno je opazio Rayleighovo i/ili Comptonovo raspršenje. Tesla je uočio da taj efekt ovisi samo o gustoći reflektora, a ne o njegovoj vodljivosti, što je Tesla uočio. Tesla nadalje izvještava da nije uspio zakrenuti rendgenske zrake pomoću staklenih leća.

N. Tesla, On Röntgen radiations, Electrical Review, April 8 (1896)

U tom radu Tesla izvještava o nemogućnosti savijanja rendgenskih zraka i opisuje pokuse refleksije s višeslojnim metalnim reflektorima.

Tesla je 8.6.1896. opisao izvor rendgenskih zraka kao mjesto na kojemu katodne zrake prvi put padaju na prepreku. Ta prepreka može biti staklena stijenka vakuumske cijevi ili metalna ploča postavljena u cijev. To je bilo karak-

teristično i zakočno zračenje. Ali u vrijeme Teslinih pokusa i još godinama kasnije ta pojava nije bila poznata u fizici.

Ovdje Tesla ima zamisao elektrona. Što se tiče čestičnog karaktera rendgenskih zraka, one zaista pokazuju i čestična svojstva, ali to nisu čestice tvari kao što je mislio Tesla, nego fotoni, kvanti energije elektromagnetnog zračenja. Taj čestični karakter osobito je izražen kod rendgenskog zračenja, jer mu je frekvencija visoka. Teslina tvrdnja da su rendgenske zrake brže od katodnih točna, jer se rendgenske zrake gibaju brzinim svjetlosti.

N. Tesla, On the Röntgen streams, *Electrical Review*, December 1 (1986).

N. Tesla, On the hurtful actions of Lenard and Röntgen tubes, Electrical Review, May 5 (1987)

Nove informacije o Teslinom radu na rendgenskim zrakama pojavile su se 2000. godine objavljivanjem djelomičnih tipkanih rukopisa Teslinih predavanja 1897. godine u New York Academy of Sciences kao i iz dva članka koje je Tesla objavio u časopisu *Electrical Review* od 5.5. i 11.8.1897. (*Nikola Tesla: Lecture Before The New York Academy of Sciences – April 6, 1897, Tesla Presents Series, Part 2, L. I. Anderson, Editor, ISBN: 0-9636012-7-X*). U tom dosad nepoznatom rukopisu Tesla opisuje kako je godinu prije Röntgena otkrio rendgenske zrake:

“At the close of 1894, realizing the necessity of recovery from a straining task, on which I have been laboring for a number of years and which still commands my energies, it occurred to me to investigate the actinic action of phosphorescent bodies. The subject did not appear to have been studied, and I began the work at once securing later ... In these experiments I employed an improved apparatus for the production of powerful electrical vibrations as well as one of my high frequency alternators of old design. A great variety of Crooks tubes, single electrode globes, and vacuum bulbs without external electrodes were experimented upon. A surprising fact was soon brought to light; namely that the actinic power of the Crooks bulbs varied greatly and that some, which emitted a comparatively strong luminosity, hardly showed an effect, while others of much smaller light-giving power, produced strong impressions. I wish to state here, in order to be clear, that my efforts were directed toward investigating such actions of true phosphorescent light, as furnished from bulbs without appreciable emission of heat, and not so much as those of incandescent vacuum tubes, although some photographs were likewise taken with these. As both the artists and myself were busy on other matters, the plates in their ordinary holders were frequently put in some corner of the laboratory until a suitable opportunity for carrying on the experiment was found. During these investigations many plates gave a result, while many others failed, and on some of these

both Mr. Alley, who then assisted me, and myself noted unaccountable marks and defects. Mr. Alley particularly found it extraordinary, that, in spite of his care, many plates proved defective and unsuccessful. The taking of these photographic impressions by means of Crooks bulbs brought freshly to my mind the experiments of Lenard, some features of which, particularly the action on a sensitive plate, had fascinated me from the start, and I resolved to go over the ground covered by him with assistance and improved appliances. Just as my attention was arrested by this feature, my laboratory with almost everything it contained was destroyed; and the few months following passed in intense activity which made me temporarily forget my projects. I had hardly finished the work of reconstruction and resumed the course of my ideas when the news of Röntgen's achievement reached me. Instantly the truth flashed upon my mind. I hurried to repeat his incompletely reported experiments, and there I beheld the wonder myself. Then – too late – I realized that my guiding spirit had again prompted me and that I failed to comprehend his misterious signs...”

U tom povijesnom dokumentu nekoliko zagonetki postaju jasnije. Teslino nezavisno otkriće rendgenskih zraka, za razliku od Röntgenovog otkrića, primarno se je zasnivalo na izvorima koji su stvarali Röntgenove zrake pretežno procesom zakočnog zračenja. Dok je Röntgen upotrijebio izbojnu cijev s plinom koristeći lavinu elektrona. Tesline hladne vakuumske cijevi najbolje su radile s visokim vakuumom. Teslin pristup prethodio je današnjem načinu u visokoenergetskim čestičnim akceleratorima. Tesla je bio godinama ispred svog vremena. Kvantno mehanička teorija nužna za razumijevanje Teslinih izvora pojavila se tek nakon 32 godine (Fowler i Nordheim).

Nedavno je objavljena analiza Teslinih rezultata i postavki o rendgenskim zrakama (iako se može postaviti pitanje je li Tesla imao stvarne osnove za te tvrdnje) u usporedbi s današnjom fizikom (A. Waser, Nikola Tesla's radiations and the cosmic rays, AW-Verlag, Einsiedeln, 2000):

1. *Tesla*: Ako čestice katodnih zraka padnu na prepreku, kao rezultat nastaju manje čestice rendgenskih zraka koje se gibaju većom brzinom od katodnih zraka.

Današnja fizika: Ako elektroni katodnih zraka padnu na prepreku, naglo se usporuju i kao rezultat nastaju visokoenergetski fotoni rendgenskog zračenja koji se gibaju brzinom svjetlosti.

2. *Tesla*: Što je prepreka deblja, intenzivnije su stvorene rendgenske zrake.

Današnja fizika: Što je prepreka deblja, dulje je usporavanje elektrona pa je intenzivnije rezultirajuće rendgensko zračenje.

3. *Tesla*: Rendgenske zrake se ne mogu skrenuti pomoću staklenih leća, ali se mogu skrenuti pomoću vodljivih površina.

Današnja fizika: Frekvencija rendgenskih zraka je znatno veća od frekvencije vidljive svjetlosti. Zato se rendgenske zrake ne mogu skrenuti pomoću optičkih staklenih leća. Kasnije je otkriveno da se mogu skrenuti pomoću kristalnih leća. To je 1912. godine otkrio Max von Laue. Također se mogu reflektirati na metalnim površinama.

4. *Tesla:* Rendgenske zrake mogu električno pozitivno nabiti udaljene vodiče. To znači da su čestice rendgenskog zračenja električno pozitivno nabijene.

Današnja fizika: Teslin eksperimentalni rezultat da rendgenske zrake mogu električno pozitivno nabiti vodič na koji padnu je ispravno, ali Teslino teorijsko tumačenje nije dobro. Naime, fotoni rendgenskih zraka izbijaju elektrone iz metala, pa ga time pozitivno nabijaju.

Na temelju ovih izvora slijedi da je Tesla otkrio rendgenske zrake prije Röntgena. Također je kasnijim radom prvi otkrio niz njihovih svojstava. Da u kritičnom trenutku nije došlo do požara u Teslinom laboratoriju, te bi se zrake danas zvale Tesline zrake i vjerojatno bi Tesla bio prvi nobelovac za fiziku.

Teslino zračenje i kozmičke zrake

Jedna od nerazriješenih enigmi Teslinih fizikalnih istraživanja odnosi se na Teslino zračenje. On je upotrebljavao termin “radiations” tijekom više od 40 godina i to je bila jedna od njegovih glavnih preokupacija tijekom 20. stoljeća. Nakon 1899. godine Tesla je gotovo potpuno prestao objavljivati u znanstvenim časopisima i komunicirati sa znanstvenom javnošću, a okrenuo se popularnim i stručnim predavanjima, intervjuima i nastupima u medijima. Dijelom je to bila posljedica toga što je njegov eksperimentalni “know-how” bio izuzetno visoke razine za tadašnje vrijeme da je bilo teško uspostaviti kreativni odnos s teorijskom znanostu, a koju s druge strane niti sam nije dovoljno pratio. S druge strane, ponašajući se sve više kao čudak, gubio je vjerodostojnost u znanstvenim krugovima. Zato je teško rekonstruirati značaj i doseg njegovih istraživanja na područjima fundamentalnih istraživanja koja su bila izvan okvira prijavljenih patenata.

Otkriće Teslinog zračenja sam je Tesla smjestio u 1897. godinu (*Nikola Tesla, Tesla maps our electrical future, by H. Winfield SECOR for Science and Invention 17 Nr. 12 (April 1930) 1077*). Tesla je tada bio uvjeren da je u svojim pokusima dokazao prisustvo tog zračenja. Nekoliko godina kasnije je prijavio patent u kojemu je predložio metodu za korištenje Teslinog zračenja (*Nikola Tesla, Method of utilizing radiant energy, US Patent 685958 (Patented 05 November 1901)*). O specijalnoj vakuumskoj cijevi s Teslinim zračenjem održao je predavanje u Institutu električnog inženjerstva u Londonu. Prema Tesli, izvor tog zračenja je svemirski prostor, ali ga je također moguće dobiti u vaku-

umskoj cijevi (“*Arrangement with single terminal tube for production of powerful rays*”).

U nedavno objavljenom preglednom radu o Teslinom zračenju (*Andre Waser, Nikola Tesla's Radiations and the Cosmic Rays, AW-Verlag, Einsiedlen (2000); www.aw-verlag.ch*) iznesen je sljedeći sažetak o prirodi Teslinog zračenja:

1. Teslino zračenje se sastoji od čestica “infinitezimalne” veličine. Nazovimo ih Tesline čestice.
2. Tesline čestice nose mali pozitivni naboj koji je fragment elementarnog naboja.
3. Tesline čestice prodiru kroz tvar skoro bez interakcije.
4. Tesline čestice mogu se gibati brzinom većom od brzine svjetlosti.
5. Tesline čestice mogu inducirati radioaktivnost jer destabiliziraju atomsku jezgru na koju nalijeću.
6. Tesline čestice nalijeću na Zemlju iz svemira iz svih smjerova.
7. Sve zvijezde, pa tako i Sunce, emitiraju Tesline čestice.
8. Tesline čestice je moguće dokazati pokusima s vakuumskom cijevi.

Tesla je u svojim pokusima koristio izvanredno visoke napone. U gornjem radu navodi se da je Tesla u svojim vakuumskim cijevima ubrzavao elektrone do energije od čak 2,4 MeV, što znači da je ustvari stvorio linearni čestični akcelerator.

Iz 2. točke jasno je da Teslinom zračenju odgovara kozmičko zračenje. Tesla je o čestičnom zračenju koje Zemlju stalno bombardira iz svemira govorio gotovo dva desetljeća prije nego što je 1912. godine direktno dokazano eksperimentima u kojima je Hess pomoću balona dizao uređaje s elektrometrima na visinu od blizu desetak kilometara.

Tesla je smatrao da bi se ogromna energija kozmičkih zraka koje stalno zapljuskuju Zemlju mogla koristiti kao ekološki čist izvor energije za čovječanstvo. Sam Tesla kaže (*N. Tesla, Tesla cosmic ray motor may transmit power round Earth, by John A. O'Neill for Brooklin Eagle (10 July 1932)*):

«Cosmic ray investigation is a subject that is very close to me. I was the first to discover these rays and I naturally feel toward them as I would toward my own flesh and blood.»...

Svoj kozmički motor za korištenje energije kozmičkih zraka Tesla opisuje ovako: *«More than 25 years ago I began my efforts to harness the cosmic rays and I can now state that I have succeeded in operating a motive device by means of them.»*

Zanimljivo je da je Tesla ispravno predvidio da su kozmičke zrake pozitivno nabijene (danas znamo da su to u svemirskom prostoru pretežno protoni).

U vezi točke 5, Tesla je ispravno predvidio da kozmičke zrake mogu izazvati umjetnu radioaktivnost inače stabilnih atomskih jezgri, što je pokusom otkriveno 1934. godine. Ali nije bio u pravu vjerujući da je svaka radioaktivnost toga tipa.

Zanimljivo je da je Tesla tvrdio da u Teslinom zračenju postoje čestice s frakcijom elementarnog naboja. Jedine takve čestice u modernoj teorijskoj fizici su kvarkovi. No svi pokušaji da ih se direktno pojedinačno dokaže ostali su bezuspješni.

Po svojstvu da prodiru kroz tvar gotovo bez interakcije, Teslino zračenje bi podsjećalo na neutrine, no nije vjerojatno da su se nalazili u Teslinom zračenju koje je opažao u svojim uređajima.

Tesla i otkriće lasera

Godine 1893. Tesla je konstruirao rubinski uređaj koji je električki pobuđivao i dobivao «svjetlosnu zraku tanku poput olovke» (*«pencil-thin line of light»* prema *Tesla, Inventions*). Taj je uređaj bio po konstrukciji sličan rubinskom laseru, i vjerojatno je da je Tesla dobio laserski snop svjetlosti (www.netsense.net/tesla/questions.html). (*«Tesla apparently had a laser-like apparatus.»*) Prema nekim izvorima, Tesla je 1918. taj svjetlosni snop poslao na Mjesec. Problem s praktičkom primjenom tog Teslinog uređaja bio je u tome što se uređaj brzo oštećivao. (*«The problem with the device was that it was set up so as to vaporize, or destroy, the button, so that the laser effects were probably short-lived.»*)

Teškoće s evaluacijom Teslinog lasera je u tome što je Tesla ona svoja otkrića koja nisu patentirana prikazivao na stručnim i popularizacijskim skupovima i u popularnim napisima a ne u znanstvenim časopisima, pa nije na raspolaganju poblizi uvid u njegove stvarne rezultate. Tesla je očito imao komponente za konstrukciju lasera, ali nema jasnog dokaza da je zaista dobio laserski snop. No treba reći da Tesla nije znao za obrat naseljenosti stanja, koje je ključno za razumijevanje fizikalnog principa lasera i masera, a koju je tek kasnije iznjedrila kvantna fizika.

Možda su «zrake smrti» kojima se Tesla hvalio pred novinarima, ustvari bile laserske zrake.

SAŽETAK

TESLA – VIZIONAR 21. STOLJEĆA

Nikola Tesla, od svojih suvremenika tituliran kao “ugledni fizičar i izumitelj” u punom smislu može se smatrati tehničkim i znanstvenim vizionarom. U svjetskoj povijesti Tesla ima visoko opće priznato mjesto po svojim brojnim tehničkim otkrićima na polju elektrotehnike, elektronike, energetike i strojarstva, a posebno u primjeni izmjenične električne struje, koja predstavljaju stožerni doprinos drugoj tehnološkoj revoluciji u 20. stoljeću. Tesla je također prethodnik ideje niza tehničkih dostignuća koja su kasnije realizirana, kao što su npr. robotika, radioveza, globalna komunikacijska mreža (internet), televizor, kompjutor, zrakoplovi s vertikalnim uzlijetanjem, laser, nuklearni akceleratori i korištenje čestičnih zraka za tehničke i vojne primjene, krstareće rakete, novi tipovi turbina, koncept radara, vakuumska cijev, fluorescentna svjetiljka, Zemljini sateliti u geostacionarnoj orbiti itd. No manje je poznato da je Tesla također prvi uočio niz značajnih fizikalnih pojava za koje su kasnije drugi znanstvenici dobivali Nobelove nagrade. Primjerice, Tesla je uočio rendgenske zrake prije Roentgena, pokusima dokazivao postojanje elektrona prije J.J. Thompsona i kozmičkih zraka prije Hessa, konstrirao prve akceleratorne čestice prije Cockrofta i Waltona, radio na konstrukciji prvog uređaja sličnog laseru još u 19. stoljeću, davno prije Townesa, Prohorova, Basova i Maimana, izumio logički sklop “AND” koji je u temelju rada kompjutera, dao ideju elektronskog mikroskopa prije Ruske. Upravo na tim manje poznatim a ključnim Teslinim otkrićima, a još uvijek nedovoljno poznatim i priznatim, težište je u ovom članku. Daleko je od toga da se sagledaju i opće priznaju sva Teslina otkrića i vizionarstva. No i za ono što mu je priznato dobio je najveću moguću počast: spada među četrnaest svjetskih znanstvenika po kojima su nazvane fizikalne jedinice u međunarodnom sustavu jedinica. To su Pascal, Newton, Coulomb, Volt, Ohm, Joule, Watt, Ampere, Faraday, Henry, Weber, Hertz, Kelvin i Tesla, u kojem elitnom društvu je Tesla najmlađi. Tesli je pripala i rijetka čast da se po njemu nazove jedan krater na Mjeseću. Tesla je gotovo polja stoljeća bio član Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti u Zagrebu (tada pod nazivom Jugoslavenske akademije), u kojoj su u isto vrijeme članovima bili još dvojica svjetski poznatih znanstvenika, Mohorovičić (otkrio Mohorovičićev diskontinuitet između Zemljine kore i plašta) i Milanković (otkrio Milankovićeve cikluse globalnih zagrijavanja i ledenih doba na Zemlji), koji su također dobili svoje kraterne na Mjeseću.

Ključne riječi: tesla - jedinica magnetne indukcije; Teslini patenti elektromotora, generatora, transformatora i radioveze; Teslina pionirska otkrića rendgenskih zraka, elektrona, kozmičkih zraka, čestičnih zraka, logičkog sklopa

AND; vizionarske Tesline ideje televizora, robota, radara, nuklearnog akceleratora, vakuumske cijevi, Zemljinih satelita u geostacionarnoj orbiti.

SUMMARY

TESLA – VISIONARY OF THE 21ST CENTURY

Nikola Tesla, whose contemporaries referred to him as “prominent physicist and inventor” can in every sense of this word be considered a technical and scientific visionary. In the world history, Tesla’s highly recognizable position is a result of his numerous technical inventions in the area of Electrical Engineering, Electronics, Energy and Mechanical Engineering and particularly in AC application, which have made major contribution to the second technology revolution in the 20th century. Tesla is also a predecessor of ideas, many of which were later realized, e.g. robotics, radio connections, global communication network (the Internet), TV, computer, aircraft with vertical take-off, laser, nuclear accelerators and use of particle beams for technical and military purposes, cruising missiles, new types of turbines, concept of a radar, vacuum tube, fluorescent lamp, Earth satellites in geostationary orbit, etc. It is less known that Tesla was the first to notice a range of physical phenomena which later scientists received the Nobel Prizes for. To illustrate, Tesla noticed x-rays before Roentgen, his experiments proved the existence of electrons before J.J. Thompson and cosmic beams before Hess, he constructed first particle accelerators before Cockroft and Walton, he worked on the construction of the first laser-like device in as early as 19th century, much before Townes, Prohorov, Basov and Maiman, he invented the logic circuit “AND” which is a basic constituent part of every computer, he provided the idea of electronic microscope before Ruska. This paper focuses on these less known but crucial Tesla’s inventions which have still not been explored and recognized adequately. The idea of analyzing and recognizing all Tesla’s innovations is still very far away but for what had been acknowledged to him he received the highest possible award: He is one of the fourteen world scientists who international system measuring units have been named after: Pascal, Newton, Coulomb, Volt, Ohm, Joule, Watt, Ampere, Faraday, Henry, Weber, Hertz, Kelvin and Tesla. What an elite company for Tesla, Jr.! He was also given a great honour when a crater on the Moon was named after him. For almost half a century, Tesla was a member of the Croatian Academy of Arts and Sciences in Zagreb (then called Yugoslav Academy of Arts and Sciences), together with another two world famous scientists, Mohorovičić (who discovered the Mohorovičić discontinuity between the Earth’s crust and mantle) and Milanković (discovered Milanković cycles

of global warming and ice ages on the Earth), who also got their craters on the Moon.

Key words: tesla – unit of magnetic induction; Tesla's patents of electro motors, generators, transformers and radio-connection; Tesla's pioneer inventions of x-rays, electrons, cosmic beams, particle beams, logic circuit AND; visionary Tesla's ideas of a television, robot, nuclear accelerator, vacuum tube, Earth satellite in geostationary orbit.