

Teslina fontana: od ideje do patenta - Povodom 170 godina od rođenja Nikole Tesle

MILOŠ S. LAZAREVIĆ, Univerzitet u Kragujevcu,

Fakultet inženjerskih nauka, Kragujevac

ORCID: 0000-0002-5441-4482

BRATISLAV N. STOJILJKOVIĆ, Muzej Nikole Tesle, Beograd DOI: 10.5937/tehnika2602147L

ZORAN P. PAJIĆ, Beograd

DEJAN B. MOMČILOVIĆ, Univerzitet u Beogradu,

Mašinski fakultet, Beograd

ORCID: 0000-0001-9728-6022

SVETISLAV LJ. MARKOVIĆ, Univerzitet u Kragujevcu,

Fakultet tehničkih nauka, Čačak

ORCID: 0000-0003-1278-8213

Pregledni rad

UDC: 621.3:929 Тесла Н.

001.894:725.948

Među brojnim artefaktima u naučnikovoj zaostavštini u Muzeju Nikole Tesle u Beogradu nalaze se skice originalnih idejnih rešenja, tehnički crteži, patentna dokumentacija, nekoliko listova rukopisnih proračuna vezanih za projektovanje novog modela fontane (karakteristike pogonskog motora, parametri protoka fluida, dimenzije konstrukcionih elemenata), kao i druga arhivska građa koja svedoči o njegovom radu na ovom pronalasku.

Cilj istraživanja jeste da se analiziraju sačuvana tehnička i druga arhivska dokumenta u vezi sa razvojem nekoliko različitih idejnih rešenja modela fontane za koju je Tesla, u saradnji s advokatima, pripremio i podneo prijavu Patentnom uredu Sjedinjenih Američkih Država krajem oktobra 1913. godine i za koju mu je sredinom oktobra 1914. odobren američki patent br. US 1.113.716.

Sagledane su sve modifikacije na konstrukcijama zamišljenih modela nove fontane, a koje su izvršene tokom kompletnog procesa razvoja, od početne ideje do konačnih patentiranih rešenja. U tom cilju realizovani su i kompjuterski modeli zasnovani na originalnoj tehničkoj i patentnoj dokumentaciji.

Ključne reči: Nikola Tesla, zaostavština Nikole Tesle, Muzej Nikole Tesle, patenti, fontana

1. UVOD

Nikola Tesla (Smiljan, 10. jul 1856. – Njujork, 7. januar 1943), srpsko-američki naučnik, inženjer i pronalazač, radio je i stvarao u razdoblju koje obuhvata poslednje dve decenije 19. i prvu polovinu 20. veka. Školovao se u Smiljanu, Gospiću, Karlovcu, Gracu i Pragu. Tokom života u evropskim gradovima radio je u Mariboru, Budimpešti, Parizu i Strazburu. U Sjedinjene Američke Države doselio se početkom juna 1884. godine s namerom da u Novom svetu lakše ost-

vari svoje ideje. Najduže je živio i radio u Njujorku, gde je realizovao i najveći broj svojih pronalazaka [1].

U periodu od marta 1885. do maja 1887. godine podnosi patentne prijave u vezi sa jednosmernom strujom, lučnim osvetljenjem, te dinamo-električnim mašinama i odgovarajućim regulatorima. Slede najznačajniji patenti iz oblasti polifaznih naizmjeničnih struja, koji su se odnosili na motore, generatore, kao i na kompletan sistem proizvodnje, prenosa i primene električne energije. Od oktobra 1887. godine prijave su se nizale vrtoglavo brzinom. Iste godine podneo je sedam, u 1888. jedanaest, u 1889. čak petnaest, a zatim njihov broj iz ove oblasti opada na šest u 1890. i na svega tri u 1891. godini [2, 3].

Početkom 1889. započeo je projektovanje i konstrukciju prvih visokofrekventnih uređaja i na taj način ušao u oblast naizmjeničnih struja visokih frekvencija i

Adresa autora: Miloš Lazarević, Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet inženjerskih nauka, Kragujevac, Sestre Janjić 6

e-mail: laki_boy_kg@hotmail.com

Rad primljen: 09.12.2025.

Rad prihvaćen: 26.02.2026.

visokih napona. Dve godine kasnije izumeo je uređaj pod nazivom oscilator visokofrekventnih struja. Uređaji ovog tipa u Teslinim patentima pojavljivaće se u raznim varijantama između 1891. i 1896. godine. Od 1897. usledio je niz patenata iz oblasti radiotehnike, kao i onih u vezi sa tzv. kontrolerima (rotacionim prekidačima).

Najznačajniji patent iz 1898. jeste onaj kojim su zaštićene osnovna aparatura i tehnike daljinskog upravljanja. Sledeće godine dostavio je četiri prijave iz oblasti radija i prenosa energije kroz prostor. Godine 1900. podneo je šest prijava uglavnom iz radiotehnike, u 1901. imao je dve vezane za korišćenje energije elektromagnetnih zračenja, da bi 1902. usledila i poslednja prijava iz ove oblasti, odobrena tek 1914. godine [3, 4].

Od 1909. nastavio je da štiti pronalaskeske iz oblasti mašinstva, kao što su turbomašine, uređaji za merenje brzine, protoka i frekvencije, te aparat za vazdušni transport. Najveći broj patentnih prijava (ukupno šest) potiče iz 1916. godine. Poslednje dve, jedna iz 1921, a druga iz 1927, bile su iz oblasti vazduhoplovstva [5].

Nikola Tesla imao je 116 originalnih patenata, od čega je 109 američkih i 7 britanskih, kojima je zaštitio 125 pronalazaka. Osim toga, posedovao je ukupno 311 patenata registrovanih u 27 različitih zemalja. Sagledavajući njegovu kompletnu patentnu delatnost, možemo zaključiti da se radi o jedinstvenom i maštovitom umu koji je svoja velika dela sa podjednakim uspehom ostvario u najrazličitijim oblastima – od tehnike osvetljenja, radio-tehnike, bežičnog upravljanja, do primene visokofrekventnih struja u industriji i medicini, ali i originalnih pronalazaka u oblasti mašinstva i vazduhoplovstva [6].

2. PRVI MODEL TESLINE FONTANE – DVOSTEPENA KASKADNA FONTANA

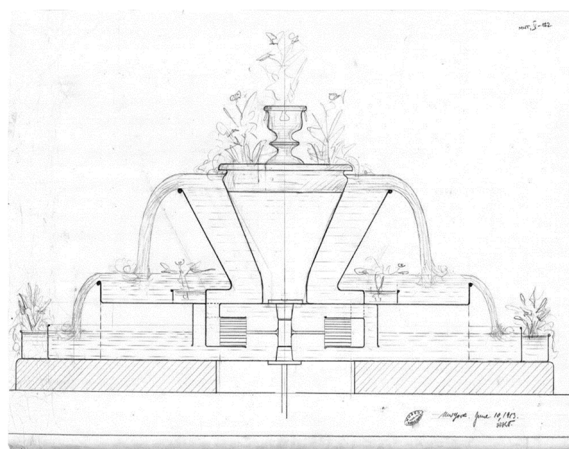
Mašinstvo je jedna od oblasti kojom se Tesla intenzivno bavio više od dvadeset pet godina. Pronašao je novi princip prenosa energije sa fluida ili na fluid, koji je primenio na pumpe, turbine, duvaljke, ventilatore, kompresore, fontane i brzinomere. Jedna od ideja, koja se odnosila se na turbomašinu, finalizovana je 1902, a razrađena i realizovana u vidu modela 1906. godine [7]. Ovaj izum zasnivao se na analogiji sa njegovim indukcionim motorom i obrtnim magnetnim poljem. U patentu „Propulzija fluida“, br. US 1.061.142, zaštitio je princip prenosa energije sa radnog kola turbomašine na fluid uz pomoć adhezivnih i viskoznih sila. Prijavu je podneo 21. oktobra 1909, a patent je odobren 6. maja 1913. Isti princip iskorišćen je i za patent pod nazivom „Turbina“, br. US 1.061.206, za koji je prijava podneta 17. januara 1911, a koji je odobren istog dana kao i prethodni [5].

Nažalost, rezultati Teslinog rada i odobreni patenti iz mašinstva, kao i njihova neposredna primena u nauci i tehnologiji nisu na nivou njegovih ostvarenja u oblasti elektrotehnike.

Paralelno s istraživanjem i razvojem različitih modela turbomašina, on je pokušavao da i neke druge izume definiše, ostvari i komercijalizuje. Stvarao je u raznim oblastima mašinstva i svoj rad bazirao na traženju rešenja zasnovanih na jasnim fizičkim zakonima. Nije koristio uhodane inženjerske principe struke, već je sopstvenim putem dolazio do originalnih rešenja.

Jedno od manje poznatih rešenja odnosilo se na fontane. Rad je započeo neposredno nakon odobravanja prvih patenata iz oblasti mašinstva početkom maja 1913. godine. Teslino otkriće odstupalo je od tada uobičajenih rešenja, gde se tečnost najčešće prelivala slobodnim padom, odnosno raspršivala ili u mlazovima izbacivala u dekorativne svrhe.

Najstariji sačuvani dokument Teslinog rada jasno ukazuje na njegova početna razmišljanja u vezi sa projektovanjem i razvojem novih modela fontana. Na crtežu od 10. juna 1913. godine (grafitna olovka na pausu) predstavio je idejno rešenje dvostepene kaskadne fontane s ukrasnim biljnim aranžmanima (slika 1) [8].



Slika 1 – Crtež vertikalnog preseka dvostepene kaskadne fontane, Njujork, 10. juna 1913. godine [9]

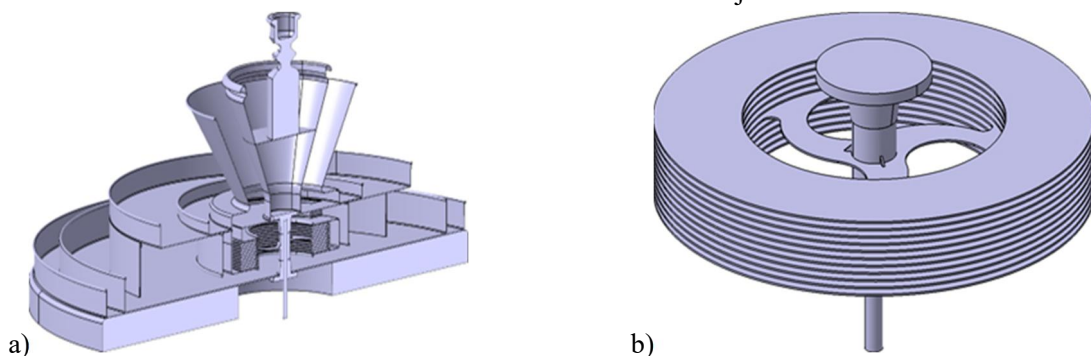
Fontana je zamišljena u obliku koncentričnih krugova. Gledano odozdo naviše i spolja ka unutra, nailazimo na sledeće delove:

- postolje, koje bi se najverovatnije izrađivalo od prirodnog kamena;
- rezervoar, sačinjen od dva kružna segmenta različitih prečnika i visina; prvi segment, odnosno donji deo, ima širu osnovu i u njega se preliva voda iz drugog, gornjeg segmenta; oko prvog segmenta, po kompletnom spoljašnjem obodu, nalazi se smaknuti prsten za biljnu dekoraciju; centralni deo drugog

segmenta krasi niži prsten, u kojem su razmeštene vodene biljke;

– preliv, u vidu levka, koji ima dve centralno postavljene vaze sa biljnim aranžmanima; veća vaza, u obliku obrnutog konusa, završava se profilisanim obo-
dom; u njoj je smeštena druga, manja vaza, cilindri-
čnog oblika, sa jasno stilizovanim segmentima po

visini; ista je namenjena egzotičnim vrstama cveća, koje bi trebalo da dominiraju na vrhu fontane. Može se pretpostaviti da bi svi elementi fontane (osim manje, keramičke vaze) bili izrađeni od profilisanog čeličnog lima i da bi njihova unutrašnja površina bila zaštićena specijalnim premazima, budući da bi bila izložena neposrednom uticaju vode i supstanci koje se nalaze u sadnom materijalu.



Slika 2 – Kompjuterski model Tesline dvostepene kaskadne fontane: a) vertikalni presek i b) uprošćeni model Tesline pumpe

Pogonski sistem smešten je u unutrašnjosti rezervoara ispod konusnog prelića. Sačinjavaju ga elektromotor, koji nije prikazan na originalnom crtežu, i pumpa (slika 2b). S obzirom na to da se vratilo pumpe poklapa s osom fontane, može se pretpostaviti da bi i elektromotor bio postavljen vertikalno. Važno je istaći i to da je Tesla ovde primenio model pumpe zaštićen patentom, koji nije koristio na fontanama sve do 1917. godine [10]. Nova pumpa imala je jednostavnu konstrukciju radnog kola, sastavljenu od podjednako razmaknutih paralelnih diskova, sa centralnim otvorom, učvršćenih za vratilo paocima ili na neki drugi način. Ona je i danas poznata pod nazivom Teslina pumpa. Kvalitet rešenja ogledao se, s jedne strane, u odsustvu potrebe za lopaticama, koje spadaju u najkomplikovanije delove za izradu, a sa druge u načinu rada, koji podrazumeva da se u prostoru između dva korotirajuća diska stvara virtuelna lopatica, koja svoj oblik menja u zavisnosti od uslova proticanja fluida između njih. Ukupan broj diskova mogao bi se samo pretpostaviti, jer je prikazan kao idejno rešenje. Ovako potisnuta tečnost prelivala bi se preko ivice i formirala prvu kružnu zavesu. Ona bi padala u drugi, gornji segment rezervoara, a zatim se prelivala preko oboda gornjeg segmenta i tako formirala drugu kružnu zavesu. Obe kaskade, stvorene neprekidnim strujanjem tečnosti, omogućavale bi da sveukupni vizuelni doživljaj bude upečatljiv. Kod ovog modela fontane nije bilo predviđeno ugrađivanje dodatnog električnog osvetljenja.

U narednom periodu Tesla je unapređivao svoj pronalazak i pripremao patentnu dokumentaciju, kako bi ga zaštitio i komercijalizovao. Originalna arhivska

građa sačuvana u njegovom muzeju u Beogradu (skice idejnih rešenja, tehnički crteži, proračuni, prepiska sa kompanijama i pojedincima, novinski članci, propagandni materijal) omogućili su da sagledamo obim njegovih istraživanja na ovom uređaju. On je preko osam godina, sa kraćim ili dužim prekidima, razvijao više modela fontana, ali bez većeg komercijalnog uspeha.

3. RAZVOJ NOVOG MODELA FONTANE U OGLEDALU TEHNIČKE, PATENTNE I DRUGE DOKUMENTACIJE SAČUVANE U NAUČNIKOVJ ZAOSTAVŠTINI

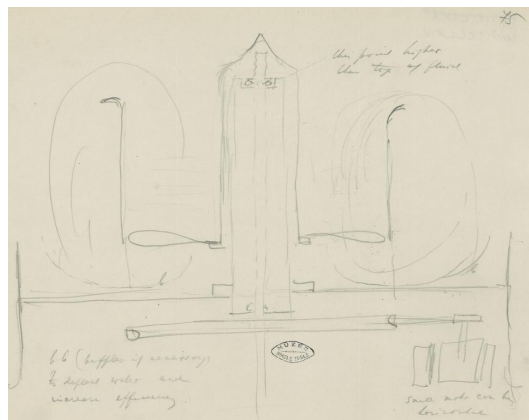
Teslin izvanredni intuitivni dar za razvoj novih tehnologija i njegova neverovatna moć vizualizacije izdvajaju ga od drugih velikih stvaralaca. Sposobnost da svoje zamisli bukvalno vidi kao realne uređaje pomogla mu je da ih jednostavnije konstruiše, lakše prati njihovo funkcionisanje, otkrije i koriguje uočene nedostatke, odredi dimenzije i vrste materijala sastavnih delova i sklopova, kao i da paralelno razvija više varijanti zasnovanih na zajedničkom principu. Svoju jedinstvenu metodu naučnik je predstavio na svečanom banketu priređenom u njegovu čast u njujorškom Klubu inženjera maja 1917. godine. U govoru pred istaknutim ličnostima iz sveta elektrotehnike naveo je:

„Moja metoda je drukčija. Ja ne žurim sa radom na konstruisanju. Kada dobijem ideju, ja odmah počinjem da je razrađujem u svojoj svesti. Menjam strukturu, pravim poboljšanja. Eksperimentišem, puštam da aparat radi u mojoj svesti. Za mene je potpuno isto da li moja turbina radi u mislima ili je testiram stvarno u svojoj radionici. Nema nikakve razlike, rezultati su isti. Na taj

način, vidite, ja mogu brzo da razvijem i usavršim jedan pronalazak, a da ništa ne dodirnem. Kada sam uznapredovao toliko da sam u napravu već uneo svako moguće poboljšanje koje sam mogao da zamislim, da nigde više ne mogu da vidim ikakvu grešku, ja tada konstruišem konačan proizvod svog mozga. Svaki put bi moje delo funkcionisalo onako kako sam ja zamišljao da treba, a moj eksperiment uspevao tačno onako kako sam planirao. Za dvadeset godina nije bilo nijednog eksperimenta koji ne bi ispao tačno onako kako sam mislio da će biti. A zašto i ne bi? Tehnika, električka i mehanička, ima samo pozitivne rezultate. Gotovo svaki zamišljeni predmet može se matematički obraditi i njegovi efekti proračunati, no i ako bi on bio takav da se rezultati ne mogu dobiti jednostavnim matematičkim metodama ili prečicama, postoji celo iskustvo i svi podaci odakle se može nešto uzeti i sa kojima se može graditi; zašto bi, onda, trebalo da se odmah realizuje sirova zamisao? To nije potrebno, to je rasipanje energije, novca i vremena. Evo, upravo, to je način kako sam ja stvorio obrtno polje“ [11].

Tako dobijeni rezultati bili su impresivni. Nažalost, za mnoge pronalaskes teško je rekonstruisati razvojni put – od prvih zamisli, preko različitih konstrukcionih rešenja do ostvarenih patenata. Ipak, u njegovoj zaostavštini nalazi se nekoliko skica i crteža sa različitim idejnim rešenjima novog modela fontane. Nacrtani grafitnom olovkom na papiru različitih vrsta i veličina, svedoče o procesu usavršavanja jednog otkrića od početne ideje do odobravanja patenta.

Početkom oktobra 1913. Tesla je intenzivirao rad na fontanama i predstavio idejno rešenje novog modela, usmereno ka stvaranju fascinantnog prizora mase vode u pokretu. Otkriće se razlikovalo od ustaljenih rešenja primenjenih na fontanama i akvarijumima toga doba.



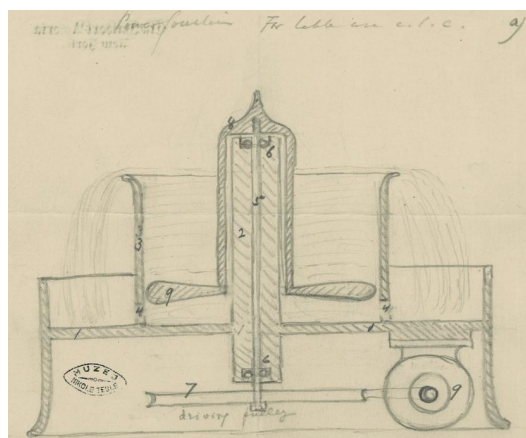
Slika 3 – Teslino idejno rešenje fontane u radu, Njujork, pre 13. oktobra 1913. godine [12]

Na skici nacrtanoj Teslinom rukom (slika 3) prikazana je osnovna konstrukcija fontane i zamišljeni način rada. Ona poseduje sopstveni rezervoar, čiji su

oblik i zapremina (prečnik osnove i visina) određeni načinom ugradnje konstruktivnih delova i količinom tečnosti neophodnom za nesmetano funkcionisanje kompletnog sistema.

Rezervoar je podeljen na dva dela. U gornjem delu je tečnost, dok je u donjem horizontalno smešten motor. Gornji deo zamišljen je tako da se tečnost preko ulaznih otvora usmerava ka pogonskim lopaticama u prelivu, koji predstavlja sastavni deo rezervoara. Prenosni sistem, kojim se snaga elektromotora dovodi do propelera, nije jasno definisan.

Cirkulacija vode i njeno podizanje ostvareni su primenom propelera sa klasičnim lopaticama. Zanimljivo je navesti da Tesla u ovom slučaju ne koristi svoju patentiranu pumpu.

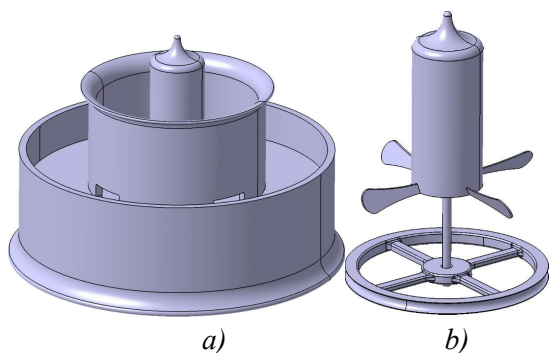


Slika 4 – Radna skica fontane na kojoj je Tesla razradio svoje otkriće, Njujork, pre 13. oktobra 1913. godine [13]

Na radnoj skici, označenoj slovom *a* (slika 4), naučnik je razvio idejno rešenje fontane. Konstrukcija je prikazana u vertikalnom preseku, na kojem su brojevima označeni osnovni elementi. Rezervoar fontane (1) napunjen je vodom do određenog nivoa. Uključivanjem motora, lopatice propelera (9) počinju da rotiraju i povlače fluid kroz otvore (4), podižući ga do proširenog vrha preliva (3), odakle se spušta u vidu kružne zaveske.

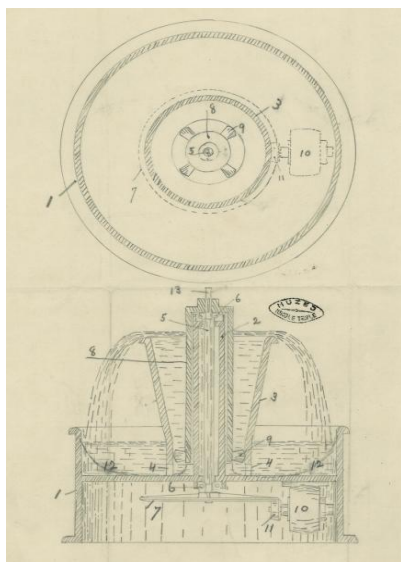
U donjem delu rezervoara horizontalno je postavljen elektromotor (9), koji preko posebnog mehanizma prenosi snagu na remenicu, a preko nje na točak (7). On je učvršćen za donji kraj vratila (5), koje je umetnuto u središnju glavčinu (2), u pravcu vertikalne ose fontane, i obrtno nošeno sa dva kuglična ležaja (6). Na gornjem kraju vratila pričvršćeno je kućište (8) sa lopaticama propelera (9).

Uređaj je zamišljen tako da funkcioniše jednostavno, da se može lako izrađivati, ali i da je nezavisan od vodovodne mreže ili nekog drugog izvora tečnosti [8]. Na slici 5 prikazan je kompjuterski model fontane sa slike 4.



Slika 5 – Kompjuterski model Teslinog idejnog rešenja fontane (a) i njenog pogonskog sistema s električnim motorom (b)

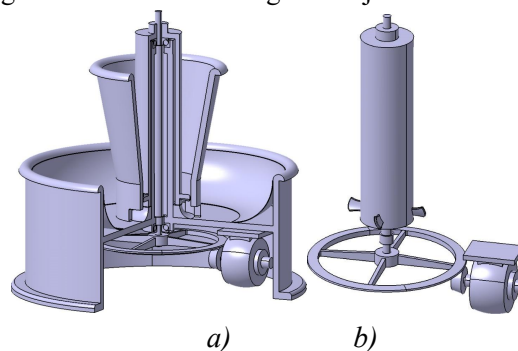
Sledeća verzija kompletne konstrukcije fontane (slika 6) nacrtana je na originalnom obrascu patentne dokumentacije, verovatno kao prilog patentnoj prijavi. Uređaj je prikazan u dve projekcije (pogled odozgo i vertikalni presek).



Slika 6 – Kompletan crtež verzije fontane pripremljene kao prilog patentnoj prijavi, Njujork, pre 13. oktobra 1913. godine [14]

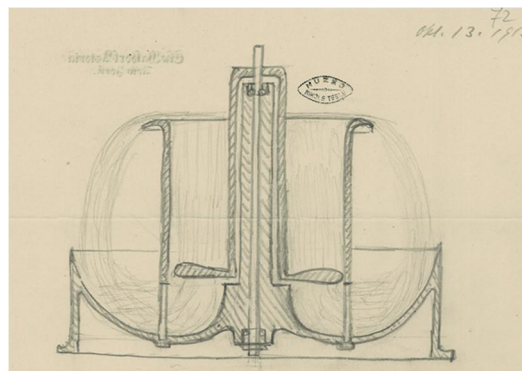
Svi konstruktivni elementi razrađeni su i pozicionirani, tako da se može jasno sagledati kompletan izgled. Oni su, kao i na radnoj skici (slika 4), obeleženi brojevima. Rezervoar (1), izrađen od metala, stakla, porcelana, mermera, betona ili nekog drugog materijala, bio bi u gornjem delu napunjen vodom do određenog nivoa i opremljen dodacima za njeno čišćenje i obnavljanje. Bočni usmerivači (12) pospešuju tok tečnosti ka otvorima (4) na prelivu, koji mogu biti pokriveni zamenljivim filterima, i dalje ka propeleru. Središnja glavčina (2) i konusni preliv (3) obrazuju jedinstvenu konstrukcionu celinu sa rezervoarom. U glavčinu je umetnuto vratilo (5), postavljeno u pravcu vertikalne ose fontane i obrtno nošeno

sa dva kuglična ležaja (6). Na njegovom donjem kraju nalazi se frikcioni točak ili zupčanik (7), dok je na gornjem pričvršćeno kućište (8) sa četiri lopatice propelera (9). Kućište bi se izrađivalo od nerđajućeg ili kvalitetno zaštićenog čelika. Elektromotor (10) postavljen je horizontalno u donjem delu rezervoara, tako da se preko točka (11), trenjem ili na drugi način, pogon prenosi do drugog točka ili zupčanika (7). Tesla je svoj model fontane preporučivao za hlađenje prostora u unutrašnjosti objekata. Zamišljenim načinom rada velika količina tečnosti neprekidno bi se kretala i formirala kružnu zavesu koja bi hladila okolni vazduh. U cilju poboljšanja rada slobodni kraj vratila (13) mogao bi se iskoristiti za ugrađivanje ventilatora [5].



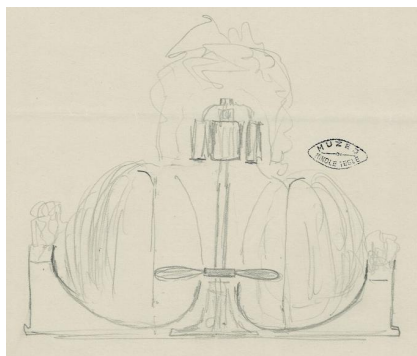
Slika 7 – Kompjuterski modeli verzije fontane pripremljene kao prilog patentnoj prijavi: a) vertikalni presek i b) pogonski sistem s električnim motorom

U narednoj verziji fontane, dno rezervoara bilo je oblikovano tako da se poveća brzina strujanja fluida na ulazu u preliv, odnosno ka propeleru. Dva crteža u vertikalnom preseku potvrđuju kako je razmatrano rešavanje tog problema. Na prvom crtežu, od 13. oktobra 1913. godine (slika 8), može se zapaziti da nema motora, kao i da je preliv nezavisan od rezervoara.



Slika 8 – Crtež idejnog rešenja novog modela fontane, Njujork, 13. oktobar 1913. godine [16]

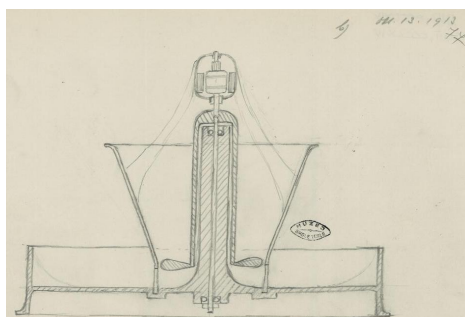
Na drugom crtežu, najverovatnije iz istog perioda (slika 9), predstavljena je nova ideja o ugradnji elektromotora na vrhu fontane, iznad preliva [15].



Slika 9 – Novo idejno rešenje fontane u radu, Njujork, nedatirano [17]

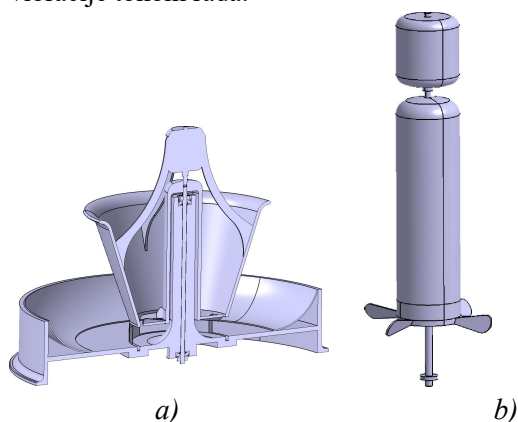
4. PROMENA KONSTRUKCIJE NOVOG MODELA FONTANE

Novi model fontane pojednostavljen je u odnosu na prethodne. Pet skica i crteža sa modifikovanim rešenjima jasno potvrđuju Teslina razmišljanja u tom pravcu.



Slika 10 – Crtež prvog prelaznog rešenja novog modela fontane, Njujork, 13. oktobar 1913. godine [18]

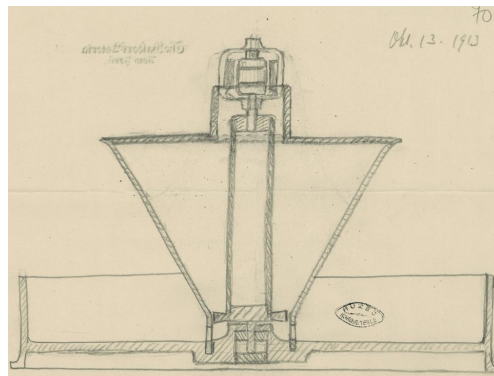
Prvo od četiri prelazna rešenja (slika 10) predstavljeno je na crtežu s oznakom *b* od 13. oktobra 1913. godine. Sada je elektromotor postavljen iznad preliva, na vrhu glavčine, i dodatno ojačan kako bi se izbegle vibracije tokom rada.



Slika 11 – Kompjuterski model prvog prelaznog rešenja nove fontane: a) vertikalni presek i b) pogonski sistem s električnim motorom

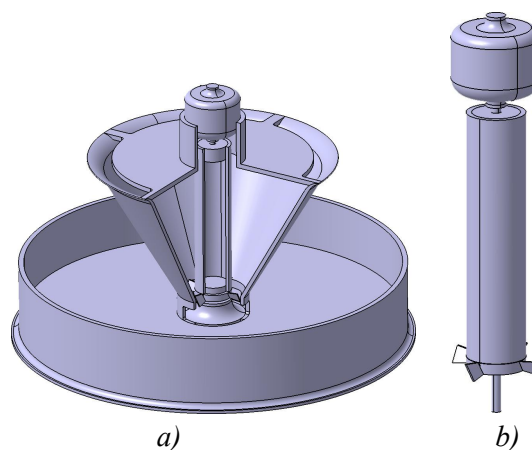
Broj ojačanja i način njihovog učvršćivanja nisu jasno definisani. Preliv više nije sastavni deo rezervoara, već je to nezavisni konstrukcioni element. Na slici 11 prikazan je kompjuterski model novog rešenja fontane sa slike 10.

Drugo prelazno rešenje (slika 12) nacrtano je istog dana i prikazuje fontanu u vertikalnom preseku. Uklonjena je središnja glavčina, a pogonsko vratilo, u obliku cevi, ugrađeno je ispod elektromotora i obrtno je nošeno kugličnim ležajem u donjem delu.



Slika 12 – Crtež drugog prelaznog rešenja novog modela fontane, Njujork, 13. oktobar 1913. godine [19]

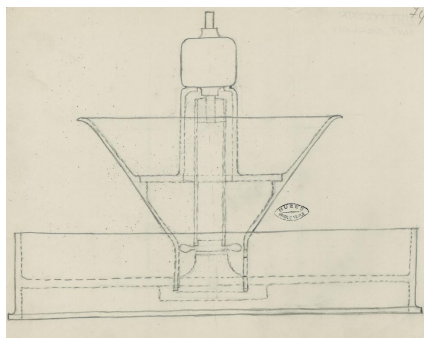
Iznad ležaja, sa spoljašnje strane cevi, postavljene su lopatice propelera, koje potiskuju tečnost ka vrhu preliva. Elektromotor je posebnom konstrukcijom učvršćen za vrh preliva. Predviđeno je, kao i u prethodnom slučaju, da se preliv izrađuje kao nezavisni element.



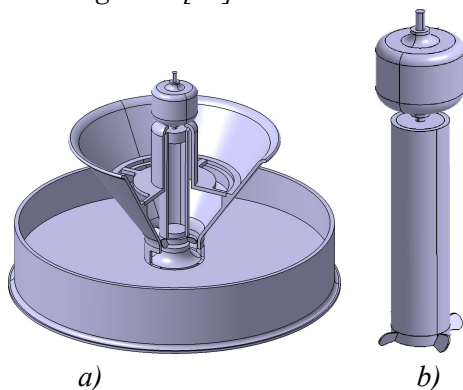
Slika 13 – Kompjuterski model drugog prelaznog rešenja nove fontane: a) vertikalni presek i b) pogonski sistem s električnim motorom

Treće prelazno rešenje (slika 14) nije datirano. Konstrukcija se razlikuje od prethodnih po načinu učvršćivanja elektromotora.

Motor je posebnom konstrukcijom pričvršćen za unutrašnjost preliva i to u gornjoj polovini, dok je donji deo vratila sada slobodan.

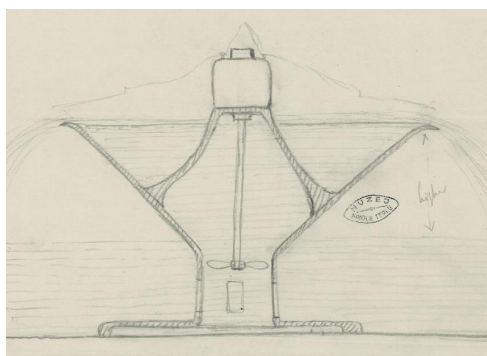


Slika 14 – Crtež trećeg prelaznog rešenja novog modela fontane, Njujork, posle 13. oktobra 1913. godine [20]

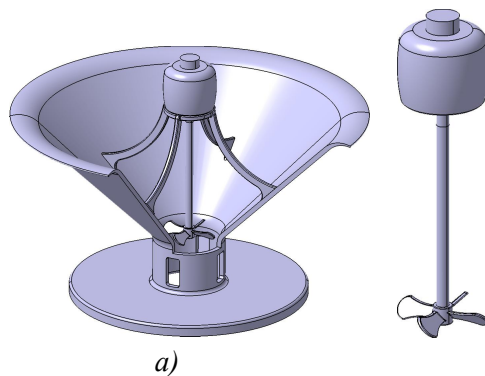


Slika 15 – Kompjuterski model trećeg prelaznog rešenja nove fontane: a) vertikalni presek i b) pogonski sistem s električnim motorom

Četvrto prelazno rešenje (slika 16), takođe nedatirano, rezultat je razrade osnovne ideje sa prethodnih crteža (slike 10, 12 i 14). Rezervoar je izbačen, pa kompletan uređaj sačinjavaju levkasti preliv, motor i propeler. Elektromotor je postavljen iznad preliva, dok je za donji kraj vratila direktno pričvršćen propeler sa lopaticama. Motor je posebnim ojačanjima učvršćen za unutrašnju površinu preliva. Broj ojačanja i način njihovog učvršćivanja nisu jasno definisani. Ovakav tip fontane namenjen je za korišćenje u otvorenim bazenima i rezervoarima, gde bi se mogao lako postaviti i aktivirati za vrlo kratko vreme.

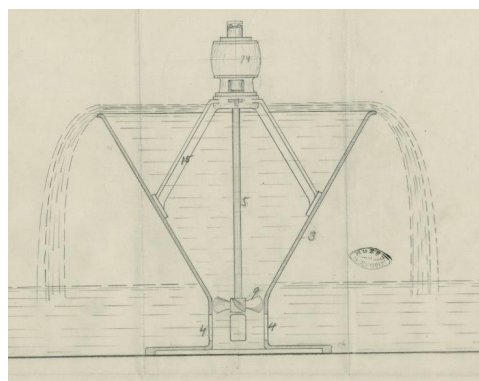


Slika 16 – Crtež četvrtog prelaznog rešenja novog modela fontane, Njujork, posle 13. oktobra 1913. godine [21]



Slika 17 – Kompjuterski model četvrtog prelaznog rešenja modela nove fontane: a) vertikalni presek i b) pogonski sistem s električnim motorom

Konačno rešenje uoči podnošenja patentne prijave (nedatirano, slika 18) predstavlja definisanu verziju novog modela u vertikalnoj projekciji. Svi elementi su razrađeni, pozicionirani i označeni brojevima, kako bi se tehnički crteži oba modela (slike 6 i 18) fontane ujednačili za patentnu prijavu.



Slika 18 – Konačno rešenje fontane uoči podnošenja patentne prijave, Njujork, posle 13. oktobra 1913. godine [22]

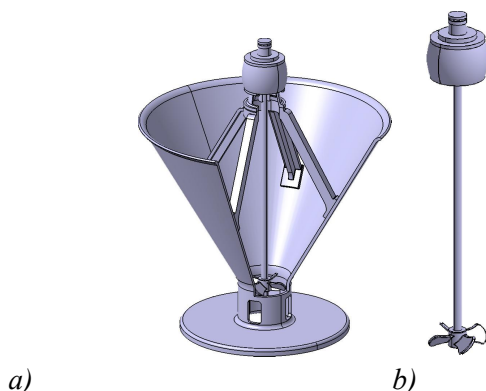
Konstrukciju sačinjavaju levkasti preliv, motor i propeler.

Preliv (3) ima stabilnu osnovu i ulazne otvore (4) koji u donjem delu usmeravaju tečnost ka lopaticama propelera (9).

Elektromotor (14) učvršćen je podupiračima (15) za unutrašnju stranu preliva. Ispod motora nalazi se vratilo (5), koje se završava propelerom (9) sa četiri usmerene lopatice.

Da bi se smanjile vibracije, rad pokretnih delova uravnotežen je kugličnim ležajem (16) ili nekim drugim sredstvima.

Ovakav model fontane bio je namenjen za korišćenje u otvorenim bazenima i rezervoarima. Ako bi se išlo na izgradnju velikog vodopada, preliv bi se morao ozidati.



Slika 19 – Kompiuterski modeli konačnog rešenja fontane uoči podnošenja patentne prijave: a) vertikalni presek i b) pogonski sistem s električnim motorom

5. ANALIZA TESLINOG PRORAČUNA ELEMENATA KONSTRUKCIJE I RADNIH PARAMETARA FONTANE

U arhivskom materijalu o fontanama sačuvana su četiri lista papira sa Teslinim proračunima i to: tri obeležena oznakama 1 a, 2 a i 3 b, od 13. oktobra 1913, i jedan bez oznake, datiran 18. oktobra, a u vezi s određivanjem dimenzija elemenata nove fontane, parametara protoka fluida, karakteristika motora i sl. Proračuni ispisani grafitnom olovkom sadrže nepotpune jednačine, a često su i bez jedinica mera. U cilju sagledavanja njegovog rada na novom modelu, pristupilo se analiziranju sačuvanih beleški i dobijenih rezultata.

U dokumentu 1 a Tesla je proračunavao visinu vode na prelivu prečnika jedne stope (30,48 cm) za mali stoni model. Razmatrao je da motor ima snagu od 1/15 KS (~ 50 W) i stepen korisnog dejstva (SKD) 0,35, uz SKD propelera 0,7 i prenosa 0,8, što čini ukupni SKD od 0,196%. Usvojio je minimalnu vrednost od 18%. Na osnovu snage motora, stepena korisnog dejstva sistema i visinske razlike od jedne stope, izračunao je protok vode od 396 lb/min¹ (2,993,71 cm³/s). Modifikovao je jednačinu za proračun visine vode na prelivu ustave i dobio minimalnu visinu vode na prelivu fontane od 0,26852 in (~ 0,68 cm). Istim postupkom, ali za manji prečnik preliva od 8 in (20,32 cm), visina vode iznosila je 0,35185 in (~ 0,894 cm) [23].

U dokumentu 2 a koristio je podatke za elektromotore „Holtzer-Cabot“ od 1/10 i 1/12 KS. Za motor od 1/12 KS (~ 62,5 W) naveo je da je njegov SKD 0,4, SKD propelera 0,75, a prenosa 0,85. Za ukupni SKD usvojio je minimalnu vrednost od 25%, a za visi-

nsku razliku 18 in (45,72 cm). Proračunom je dobio protok vode od 458 lb/min, a u daljem postupku koristio je vrednost od 450 lb/min (3462,42 cm³/s). Za prelivni element prečnika 1 ft izračunao je visinu vode na prelivu od 0,2924 in (~ 0,74 cm), a za prečnik od 8 in visinu od 0,38315 in (0,97 cm) [24].

Značajno je navesti i to da je 13. oktobra Tesla telefonom pozvao njujoršku kompaniju „Džejms Goldmark“ (The James Goldmark Company), zastupnika proizvođača električnih motora „Holcer-Kabot Elektrik“ (Holtzer-Cabot Electric Co.) iz Bruklajna (država Masačusets), kako bi se informisao o tehničkim karakteristikama njihovih proizvoda. To saznajemo iz pisma koje je Džejms Goldmark uputio Tesli istog dana, izveštavajući ga o tome koliko koštaju određeni tipovi motora na jednosmernu struju [25]. Tada mu je dostavio i brošuru „Holcer-Kabota“ br. 331 pod nazivom „Motori tipa QD na jednosmernu struju“ (Type “QD” Direct Current Motors), u kojem su bile predstavljene osnovne tehničke karakteristike ovih uređaja [26].

U dokumentu 3b navedeno je:

„U drugoj postavci (direktni pogon) sa motorom od 1/10 KS [3300 lbft/min ili 75 W] možemo dobiti stepen dejstva [motora] od 0,4, a propelera 0,75. Ukupno $0,4 \times 0,75 = 0,3$ KS neto. Otuda za podizanje [fluida] od 1,5 stopa

$$3300 \times \frac{3}{10} = 1.5 \times w$$

$$w = \frac{9900}{15} = 660 \text{ lb vode u minutu}$$

$$\frac{660}{62.5} = \frac{4}{10} l h^3 \text{ za ustavu [prečnika] 1 stope}$$

$$l [\text{obim preliva}] = 36 [\text{inča}]$$

$$\frac{6600}{62.5 \times 4 \times 36} = h^3 = \frac{1100}{62.5 \times 24} = \frac{1100}{1500} = \frac{11}{15}$$

$$\log h = \frac{2}{3} \log \frac{11}{15}$$

$$\log h = 0.5768676 - 1$$

$$h = 0.37745 \text{ in}$$

Za prečnik ustave od 8"

$$\frac{6600}{62.5 \times 4 \times 24} = h_1^3 = \frac{1100}{62.5 \times 16} = \frac{11}{10}$$

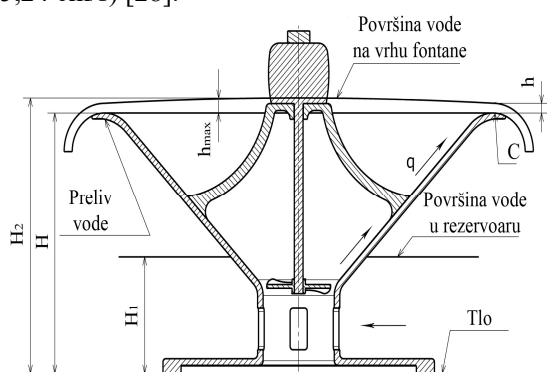
$$\log h_1 = \frac{2}{3} \log \frac{11}{10} = 0.0275951$$

$$h_1 = 1.0656 \text{ inches}'' [27]$$

U poslednjem dokumentu Tesla za početni podatak usvaja da je visina vode na prelivu približno 1,328 in (3,37 cm) i proračunava brzinu toka kod propelera i na vrhu fontane. Izabrao je motor na jednosmernu struju od 1/12 KS, koji bi trebalo da podigne fluid na visinu od 1,5 ft (45,72 cm). Za stepen

¹ Ovde je, kao i u dokumentima 2a i 3b, korišćen maseni protok umesto zapreminskog.

korisnog dejstva propelera od 0,75 dobio je efektivnu snagu motora od 1/16 KS (~ 46,88 W). Na osnovu toga izračunao je protok vode od 22 cf/min ili 165 gal/min (1247,38 cm³/s). Korišćenjem jednačine slobodnog pada proračunao je brzinu vode od približno 10 ft/s (304,80 cm/s) kod propelera. Za postizanje te brzine bio bi potreban poprečni presek od 22/600 sq ft ili 5,3 sq in (34,19 cm²). Pretpostavljajući da lopatice propelera leže pod uglom od 45°, dobio je efektivnu površinu od 7,42 sq in (47,87 cm²) i usvojio vrednost od 8 sq in (51,61 cm²). Za prečnik glavčine od 3 in (7,62 cm) izračunao je da će prečnik propelera biti 4,5 in (11,43 cm), dok će lopatice biti duge samo 3/4 inča (1,91 cm). Istim postupkom odredio je da će brzina na vrhu fontane prečnika 12 in (30,48 cm) iznositi 1/2 ft/s (15,24 cm/s) [28].



Slika 20 - Crtež preseka Tesline fontane

Da bismo objasnili pozadinu Teslinog proračuna hidrauličkih karakteristika fontane, navodimo osnovne parametre koji su prikazani na slici 20. Neke od oznaka preuzete su iz njegovih proračuna. Tok vode q nailazi na ivicu zaobljenog preliva fontane, čiji je vrh C na visini H od osnove (tla), tako da je visina vode iznad preliva h . Isticanje počinje u tački C , gde smo postavili koordinatni sistem. h_{max} je visina vode od tačke C do njenog najvišeg nivoa blizu ose fontane. H_2 je visina vodenog stuba, a H_1 visina vode u odnosu na osnovu.

Uzima se da je površina toka vode horizontalna, iako u stvarnosti nije tako. Gravitaciona sila i sila trenja na ivici preliva zanemaruju se i stoga se ne razmatra efekat nagiba toka.

Osnovni oblik Bernulijeve jednačine za postavljene koordinatni sistem jeste:

$$\frac{1}{2} U^2 + gH = \frac{1}{2} (u^2 + v^2) + \frac{p}{\rho} + gy \quad (1)$$

gde je:

- U horizontalna brzina blizu ose fontane;
- g gravitaciono ubrzanje;
- p pritisak tečnosti;
- ρ gustina tečnosti;
- y visina u odnosu na koordinatni početak;

- u horizontalna komponenta brzine na visini y ;
- v vertikalna komponenta brzine na visini y .

Za pojednostavljenje proračuna koristili smo sledeće pretpostavke [29]:

1. za brzinu tečnosti na prelivnoj ivici uzima se samo horizontalna komponenta, dok se vertikalna zanemaruje (tečnost se u realnim uslovima kreće naviše pre nego što se prelije);
2. pritisak iznad preliva je hidrostatički;
3. visina vode na prelivu je $h = 2/3 h_{max}$ (može se videti u Teslinom proračunu);
4. strujanje fluida je nevtložno.

Na osnovu usvojenih pretpostavki, jednačina za izračunavanje horizontalne komponente brzine iznad preliva glasi:

$$u = \sqrt{U^2 + 2g(H-y)} \quad (2)$$

Da bi se dobio protok po jedinici širine preko kružnog preliva, jednačina se mora integrisati u granicama od tačke C do visine površine vode h :

$$q = \pi D \int_0^{\frac{2}{3}h_{max}} u \pi D dy$$

Zamenom jednačine (2) dobijamo:

$$q = \int_0^{\frac{2}{3}h_{max}} \sqrt{U^2 + 2gh - 2gy} \pi D dy$$

$$q = \frac{2}{3} \sqrt{2g} \pi D \left(\left(\frac{U^2}{2g} + h_{max} \right)^{\frac{3}{2}} - \left(\frac{U^2}{2g} + \frac{h_{max}}{3} \right)^{\frac{3}{2}} \right) \quad (3)$$

Zanemaruje se horizontalna brzina toka blizu ose fontane, pa je na desnoj strani jednačine (3)

$U=0$, što daje:

$$q \approx 0,81 \times \frac{2}{3} \pi D \sqrt{2gh_{max}^{\frac{3}{2}}}$$

Eksperimentalno je utvrđeno da je faktor 0,81 previsok [29], pa se uvodi koeficijent isticanja C_D , kojim se kompenzuje činjenica da osnovne pretpostavke ne odgovaraju realnim uslovima. Jednačina protoka q dobija svoj konačni oblik prema Rebokovoj formuli:

$$q = \frac{2}{3} C_D \pi D \sqrt{2gh_{max}^{\frac{3}{2}}}$$

$$q = C_D l h_{max}^{\frac{3}{2}} \quad (4)$$

gde je l obim preliva.

Preliv je moguće zameniti cevovodom oblika slova U sa propelerom u sredini. Korišćenjem Bernulijeve

jednačine izračunata je visinska razlika vode u fontani uzimajući u obzir rad koji ostvaruje propeler. U tom slučaju ona ima oblik:

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g H_1 + p_2 = p_3 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g H_2$$

Ako pretpostavimo da su oba kraja cevi otvorena i izložena atmosferskom pritisku, tada se pritisci p_1 i p_3 na dnu i vrhu poništavaju. p_2 je pritisak koji ostvaruje propeler. S obzirom na to da je prečnik propelera mnogo manji od prečnika cevi, onda je doprinos dinamičkog pritiska vode mali, pa je $v_1 = v_2 = 0$. Na taj način dobija se pojednostavljena Bernulijeva jednačina:

$$\begin{aligned} \rho g H_1 + p_2 &= \rho g H_2 \\ p_2 &= \rho g (H_2 - H_1) \end{aligned} \quad (5)$$

Ukupna snaga na osovini propelera iznosi:

$$P = P_m \eta_m \eta_p \eta_t = Q p_2 \quad (6)$$

gde je:

- P_m snaga motora;
- η_m stepen korisnog dejstva motora;
- η_p stepen korisnog dejstva propelera;
- η_t stepen korisnog dejstva prenosnog sklopa (transmisije);

– Q protok vode.

Zamenom jednačine (4) u jednačinu (5) dobija se formula za snagu propelera:

$$P = Q \rho g (H_2 - H_1)$$

To nam omogućava da izračunamo visinsku razliku nivoa vode:

$$H_2 - H_1 = \frac{P}{Q \rho g}$$

Protok vode Q u zoni propelera iznosi:

$$Q = \frac{P}{\rho g h} = \frac{P}{\rho g (H_2 - H_1)} \quad (7)$$

Prema zakonu kontinuiteta, za nestišljive fluide (kao što je voda) protok je konstantan kroz bilo koji poprečni presek cevi. U tom slučaju, količina vode q koja istekne preko preliava mora biti jednaka količini vode Q koju pokrene propeler. Pritom se zanemaruju isparavanje i gubici vode kroz zaptivne elemente fontane. Izjednačavajući jednačine (4) i (7) dobija se maksimalna visina vode h_{max} , odnosno visina vodenog toka u tački preliava h .

$$h = \frac{2}{3} h_{max} \quad (8)$$

Tesla je u svojim proračunima koristio istu jednačinu (8) za izračunavanje visine preliava vode. Dobijene vrednosti prikazane su u tabeli 1.

Tabela 1. Uporedne vrednosti parametara fontane u Teslinim proračunima

Arhivski dokument	Snaga motora	Visinska razlika ($H_2 - H_1$)	Prečnik preliava (d)	Maksimalna visina vode (h_{max})	Visina vode na preliavu (h)
1 a	$\frac{1}{15}$ KS (~ 50 W)	12" (30,48 cm)	12" (30,48 cm)	0,40278" (1,02 cm)	0,26852" (0,68 cm)
			8" (20,32 cm)	0,527775" (1,34 cm)	0,35185" (0,89 cm)
2 a	$\frac{1}{12}$ KS (~ 62.5 W)	18" (45,72 cm)	12" (30,48 cm)	0,4386" (1,114 cm)	0,2924" (0,74 cm)
			8" (20,32 cm)	0,574725" (1,46 cm)	0,38315" (0,97 cm)
3 b	$\frac{1}{10}$ KS (~ 75 W)	18" (45,72 cm)	12" (30,48 cm)	0,566175" (1,44 cm)	0,37745" (0,96 cm)
			8" (20,32 cm)	1,5984" (4,06 cm)	1,0656" (2,71 cm)

6. PODNOŠENJE PATENTNE PRIJAVE ZA NOVU FONTANU

Nakon računске provere dimenzija elemenata konstrukcije, parametara protoka fluida, karakteristika motora i drugih svojstava nove fontane, Tesla je otpočeo s izradom patentne dokumentacije.

U saradnji s advokatima iz njujorške kancelarije „Ker, Pejdz, Kuper i Hejvard“ (Kerr, Page, Cooper & Hayward) on će realizovati tehničke crteže i prateći

tekst s ciljem da zaštiti svoj pronalazak. Sačuvana arhivska dokumenta jasno svedoče o ovom segmentu njegovog delovanja.

Teslino otkriće razlikovalo se od uobičajenih rešenja korišćenih na fontanama i akvarijumima toga doba. Njegova ideja bazirala se na stvaranju impresivnog prizora velike mase vode u pokretu. U tekstu patentne prijave navodi se: „Ja dobro znam da su do sada izloženi veštački vodopadi i fontane u kojima ista voda kruži stari i dobro poznati. Ali u svim takvim slučajevima bile su

korišćene nezavisne pumpe malog zapreminskog kapaciteta da podignu vodu do prilične visine, što je zahtevalo utrošak znatne energije, dok je prizor bio nezanimljiv. Ni u jednom slučaju, koliko znam, masa fluida nije bila pokretana korišćenjem samo onoliko snage koliko je potrebno da se ona podigne sa početnog nivoa, uz relativno malu visinsku razliku, do onog sa kojeg se preliva i spušta u vidu slapa, niti su za tu svrhu korišćeni posebni uređaji“ [30].

Korišćenjem samo 1/25 KS (~30 W) na pogonskom vratilu i uz pretpostavljeno dizanje tečnosti na visinu od 18 in (~45,7 cm), moglo se pokrenuti više od sto galona (378,5 l) u minutu. Voda bi se iz rezervoara podizala do proširenog vrha prečnika jedne stope (30,48 cm) i obrušavanjem formirala kružnu zavesu, uz visinu od približno pola inča (1,27 cm) u tački preliva. S obzirom na to da bi cirkulacija bila veoma brza, ukupna količina potrebne tečnosti bila bi srazmerno mala. Osvetljavanjem i korišćenjem većih kaskada, ostvareni prizor bio bi još lepši i raskošniji, uz relativno mali utrošak energije za stvaranje i održavanje takvog vodopada [31]. Za svoj pronalazak autor je rekao:

„Otkriće ima neograničeno polje upotrebe u privatnim objektima, hotelima, pozorištima, koncertnim halama, bolnicama, akvarijumima i posebno na trgovima, u baštama i parkovima, gde može zauzeti veći prostor, tako da pruža veličanstven prizor, zanosniji i podsticajniji od jednoličnih prizora kakvi se danas koriste“ [30].

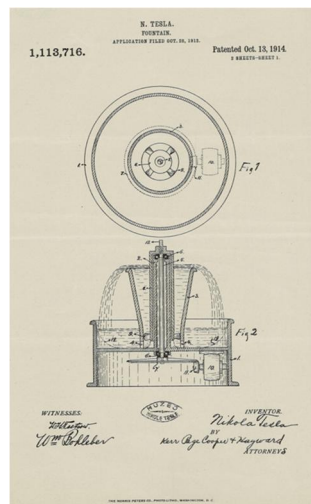
Prijavu za novi tip fontane, br. 797.718, Nikola Tesla je podneo Patentnom zavodu Sjedinjenih Američkih Država 28. oktobra 1913. godine. Priznavanje patenta nije išlo lako. Više detalja o tome možemo saznati iz pisama koja su mu uputili advokati.

U pismu od 23. decembra 1913. naveli su da nisu izvršili nikakva ispitivanja kako bi utvrdili da li su poboljšanja bez presedana i da mu ne mogu dati krajnji zaključak po tom pitanju. Saglasni su s tim da bi se strukturne odlike mogle patentirati, jer su po njihovim saznanjima nove. S obzirom na to da patentna služba nije postupala po prijavi, očekivali su da će se to uskoro desiti. Zamisao im se činila novom i originalnom i savetovali su ga da je stavi „u što je moguće širu upotrebu ne čekajući izdavanje patenta“ [32].

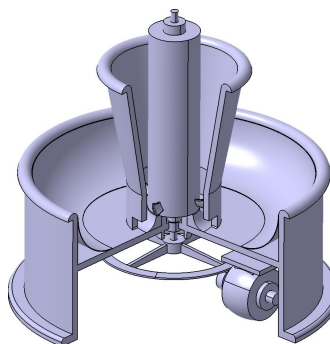
U tekstu pisma od 2. februara 1914. istaknuto je da je prijava odbijena, jer postoje dva patenta za fontane iz ranijeg perioda u kojima su za pogon pumpe korišćeni mehanički ili električni motori. Sa druge strane, nije bilo patenata koji bi uključivali preliv, rezervoar i pumpu za cirkulaciju vode, te stvaranje i održavanje kaskade. Advokati su smatrali da ako Patentni zavod ne bude imao drugih primedbi, mogu da obezbede ispunjenje svih Teslinih zahteva. Takođe, savetovali su ga da

uređaj zaštititi u svim detaljima koje smatra korisnim, uključujući i sredstva za regulisanje svetlosti [33].

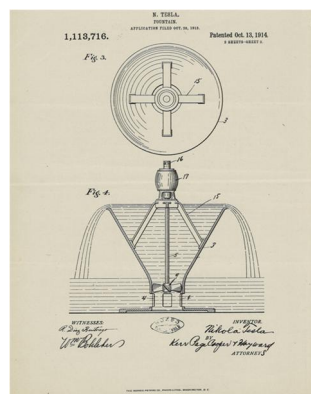
Saveti patentnih inženjera i izvršene korekcije doprinele su tome da Teslin patent fontane, br. US 1.113.716, bude odobren posle godinu dana, 13. oktobra 1914. godine. Crteži u sastavu patenta prikazani su na slikama 21 (list 1) i 23 (list 2), a njihovi kompjuterski modeli na slikama 22 i 24.



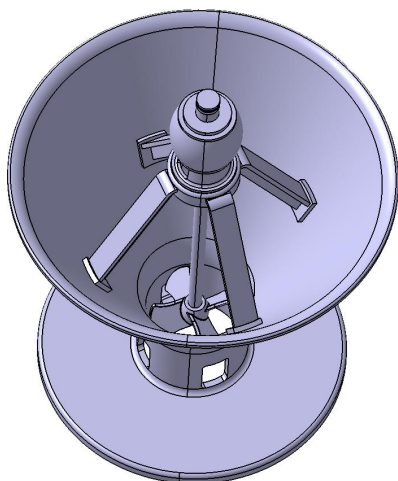
Slika 21 – Crtež u sastavu patenta br. US 1.113.716 (list 1) [34]



Slika 22 – Kompjuterski model patentirane fontane br. US 1.113.716 (list 1)



Slika 23 – Crtež u sastavu patenta fontane br. US 1.113.716 (list 2) [35]



Slika 24 – Kompjuterski model patentirane fontane br. US 1.113.716 (list 2)

Treba naglasiti da je nakon podnošenja patentne prijave naučnik nastavio da usavršava konstrukciju dodavanjem električnog osvetljenja, ali i da traži mogućnosti da je izradi i komercijalizuje. Model kaskadne fontane, zasnovane na novom principu, ponudio je Luisu Komfortu Tifaniju (Louis Comfort Tiffany, 1848–1933), poznatom dizajneru i vlasniku Studija Tifani (Tiffany Studios). Uradio je kompletan dizajn „Kaskadne fontane Tesla-Tifani“ (Tesla-Tiffany Cascade Fountain), definisao je konstrukciju uređaja i njegovih delova, odredio karakteristike motora i ponudio zanimljivo rešenje električnog osvetljenja. Za cirkulaciju vode upotrebio je klasičan tip lopatica, direktno pričvršćenih na vratilo elektromotora. Pogonski sklop bio je postavljen vertikalno duž centralne ose fontane u unutrašnjosti preliva. Iznad elektromotora bio je smešten sistem spregnutih zupčanika da bi se njegova snaga iskoristila za okretanje raznobojne staklene kružne ploče.

Za osvetljavanje fontane upotrebljena su raznobojna, automatski kontrolisana svetla. U tom smislu razvijena su dva nezavisna sistema, svaki s određenim brojem sijalica različite snage. Jedan se nalazio sa spoljne strane fontane, a činila su ga četiri seta od po dve sijalice, raspoređena pod uglom od 90° i vertikalno postavljena ispod vrha preliva. Dva seta imala su sijalice plave boje, a preostali ljubičaste i žuto-zelene. Drugi sistem bio je u unutrašnjosti fontane ispod sfernog staklenog zvona. Njega su činile tri sijalice veće snage, raspoređene pod uglom od 120° i horizontalno postavljene iznad pogonskog sklopa fontane. Iznad njih bila je kružna staklena ploča sa devet jednakih isečaka. Svaki je bio određene boje i to žuto-zelene, plave ili ljubičaste. Na taj način formirana su tri različito obojena kompleta, takođe pod uglom od 120°. Izmena boja trebalo je da se odvija po zadatom

rasporedu: iz žuto-zelene u plavu, iz plave u ljubičastu, iz ljubičaste u plavu i iz plave u žuto-zelenu.

Teslina nezavidna materijalna situacija u tom periodu i nepovoljni uslovi ugovora sa Tifanijem (ustupanje patentnih prava i mogućnost nezavisnog procenjivanja ekonomske opravdanosti projekta), ali i kašnjenje priznavanja patenta onemogućili su ga da samostalno finansira i realizuje zamišljeni model fontane. Sve to dovelo je do prekida saradnje početkom januara 1916. godine [8].

7. ZAKLJUČAK

Tesla je stvarao u mnogim oblastima mašinstva tragajući za novim rešenjima zasnovanim na jasnim fizičkim zakonima. Uporedo s istraživanjem i razvojem različitih modela turbomašina, on je ulagao napor da i neke druge izume definiše, ostvari i komercijalizuje. Jedno od njih jeste i njegov patent fontane. Otkriće je odstupalo od ustaljenih tehničkih rešenja primenjenih na fontanama i akvarijumima toga doba.

Arhivska građa u naučnikovoj zaostavštini u Muzeju Nikole Tesle u Beogradu (skice originalnih idejnih rešenja, tehnički crteži, patentna dokumentacija, nekoliko listova rukopisnih proračuna u vezi sa projektovanjem novog modela fontane, prepiska sa patentnim inženjerima i prodavcima električnih motora, nekoliko biltena i drugo) svedočanstvo su njegovog rada na pronalasku za koji je 13. oktobra 1914. godine dobio američki patent br. US 1.113.716. Takođe, skice i crteži jasno osvetljavaju proces nastanka, razvoja i usavršavanja ovog otkrića od početne ideje, preko podnošenja prijave i unosenja neophodnih izmena, do priznavanja patenta.

Smatramo da urađeno istraživanje, uobičajeno u tekstualnu celinu, dodatno oslikava Teslin rad na fontanama. Objavljivanje ekskluzivnih dokumenata iz njegove zaostavštine doprinos je široj naučnoj zajednici i jedna nova, referentna polazna tačka za sve istraživače koji će u budućnosti izučavati slične teme. U skladu sa stavom da napredak civilizacije počiva na čovekovim pronalascima, Tesla je neumorno stvarao na tom polju. Zato ne treba da čudi što naučnici iz celog sveta izučavaju ne samo njegove patente nego i neostvarene ideje.

LITERATURA

- [1] Циврић З, Стојиљковић Б. Изложба „Теслин чудесни свет електрицитета“, Београд, Перт, Стразбур, Беч, Ванкувер, Париз / Exhibition, „Tesla’s Wonderful World of Electricity“, Belgrade, Perth, Strasbourg, Wien, Vancouver, Paris, Музеј Николе Тесле, Београд, 2006, стр. 1–8.
- [2] Тесла Н. *Патенти I*, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 1996, стр. 9–15.

- [3] Тесла Н. *Патенти II*, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 1996, стр. 9–15.
- [4] Тесла Н. *Патенти III*, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 1996, стр. 9–13.
- [5] Тесла Н. *Патенти IV*, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 1996, стр. 9–12.
- [6] Шарбох С. *Патенти Николе Тесле – Ка коначној листи*, Музеј Николе Тесле, Београд, 2006, стр. 24–32, 88–97.
- [7] O'Neill JJ. *Prodigal Genius: The Life of Nikola Tesla*, Ives Washburn, New York, 1944, pp. 218–220.
- [8] Marinković A, Zrnić N, Stojiljković B, Vulićević M. Tesla's Research in the Field of Mechanical Engineering Focused on Fountains Design, in: Koetsier T, Ceccarelli M. (Eds.), *Explorations in the History of Machines and Mechanisms – Proceedings of HMM 2012*, Springer, Dordrecht, 2012, pp. 409–410, 412–416.
- [9] Zaostavština Nikole Tesle, Muzej Nikole Tesle, Beograd, MNT, V, I-4, 78.
- [10] Stojiljković B, Marković S. Lj. Unrealized Models of Tesla's Table Fountains from 1917, in: Pisano R. (Ed.), *A Bridge between Conceptual Frameworks*, Springer, Dordrecht, 2015, pp. 517–534.
- [11] Тесла Н. Предавања, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 1996, стр. 299.
- [12] Zaostavština Nikole Tesle, Muzej Nikole Tesle, Beograd, MNT, CCCLXIV, 75A.
- [13] Zaostavština Nikole Tesle, Muzej Nikole Tesle, Beograd, MNT, CCCLXIV, 69A.
- [14] Zaostavština Nikole Tesle, Muzej Nikole Tesle, Beograd, MNT, CCCLXIV, 58A.
- [15] Стојиљковић Б, Вујовић М. Изложба Теслина фонтана – стварање призора лепоте / Exhibition Tesla's Fountain – Creating an Object of Beauty, Музеј Николе Тесле, Београд, 2008, стр. 10.
- [16] Zaostavština Nikole Tesle, Muzej Nikole Tesle, Beograd, MNT, CCCLXIV, 72A.
- [17] Zaostavština Nikole Tesle, Muzej Nikole Tesle, Beograd, MNT, CCCLXIV, 76A.
- [18] Zaostavština Nikole Tesle, Muzej Nikole Tesle, Beograd, MNT, CCCLXIV, 77A.
- [19] Zaostavština Nikole Tesle, Muzej Nikole Tesle, Beograd, MNT, CCCLXIV, 70A.
- [20] Zaostavština Nikole Tesle, Muzej Nikole Tesle, Beograd, MNT, CCCLXIV, 74A.
- [21] Zaostavština Nikole Tesle, Muzej Nikole Tesle, Beograd, MNT, CCCLXIV, 78A.
- [22] Zaostavština Nikole Tesle, Muzej Nikole Tesle, Beograd, MNT, CCCLXIV, 57A.
- [23] Zaostavština Nikole Tesle, Muzej Nikole Tesle, Beograd, MNT, CCCLXIV, 54A.
- [24] Zaostavština Nikole Tesle, Muzej Nikole Tesle, Beograd, MNT, CCCLXIV, 53A.
- [25] Zaostavština Nikole Tesle, Muzej Nikole Tesle, Beograd, MNT, CCCLXIV, 85A.
- [26] Zaostavština Nikole Tesle, Muzej Nikole Tesle, Beograd, MNT, CCCLXIV, 86A, 86B, 87A, 87B.
- [27] Zaostavština Nikole Tesle, Muzej Nikole Tesle, Beograd, MNT, CCCLXIV, 56A.
- [28] Zaostavština Nikole Tesle, Muzej Nikole Tesle, Beograd, MNT, CCCLXIV, 84A.
- [29] Fenton J.D. Calculating flow over rectangular sharp-edged weirs [Internet]. Vienna, September 12, 2015, pp. 2–3 [citirano 10.05.2025]. Dostupno na: <https://johndfenton.com/Papers/Calculating-flow-over-rectangular-sharp-edged-weirs.pdf>.
- [30] Zaostavština Nikole Tesle, Muzej Nikole Tesle, Beograd, MNT, CCCLXV, 4A.
- [31] Zaostavština Nikole Tesle, Muzej Nikole Tesle, Beograd, MNT, CCCLXV, 1A, 2A, 3A.
- [32] Zaostavština Nikole Tesle, Muzej Nikole Tesle, Beograd, MNT, CCCLXV, 158A.
- [33] Zaostavština Nikole Tesle, Muzej Nikole Tesle, Beograd, MNT, CCCLXIV, 8A.
- [34] Zaostavština Nikole Tesle, Muzej Nikole Tesle, Beograd, MNT, CDXCVII, 46A.
- [35] Zaostavština Nikole Tesle, Muzej Nikole Tesle, Beograd, MNT, CDXCVII, 47A.

SUMMARY

TESLA'S FOUNTAIN: FROM IDEA TO PATENT - ON THE OCCASION OF THE 170TH ANNIVERSARY OF THE BIRTH OF NIKOLA TESLA

Among the numerous artifacts in the scientist's legacy in the Nikola Tesla Museum in Belgrade there are sketches of original conceptual solutions, technical drawings, patent documentation, several sheets of handwritten calculations related to the design of a new fountain model (engine characteristics, fluid flow parameters, dimensions of structural elements), as well as other archival material that testifies to his work on this invention.

This research aims to analyze the preserved technical and other archival documents related to the development of several different conceptual solutions of the fountain model for which Tesla, in cooperation with his lawyers, prepared and submitted an application to the Patent Office of the United States of America at the end of October 1913 and for which he was granted US patent No. 1,113,716.

We reviewed all the modifications to the construction of the imagined models of the new fountain, which were carried out during the entire development process, from the initial idea to the final patented solutions. To that end, we also made computer models based on original technical and patent documentation.

Key Words: *Nikola Tesla, legacy of Nikola Tesla, Nikola Tesla Museum, patents, fountain*