

INVENȚIILE LUI NIKOLA TESLA (1856-1943) – O ABORDARE INEDITĂ ASUPRA SUSTENABILITĂȚII ENERGETICE ÎNTR-UN ORAȘ INTELIGENT

Dr. ing. Beatrice MOAȘA¹, Prof. univ. dr.ing. Elena HELEREA¹

¹Universitatea Transilvania din Brașov, Brașov, România

REZUMAT. Preocupat de problematica viitorului omenirii, Nikola Tesla, de la a cărui naștere se împlinesc 160 de ani, a avut idei inovatoare care pot fi asimilate cu conceptele actuale de dezvoltare durabilă și de oraș inteligent. În acest context, lucrarea face o analiză asupra principalelor idei și brevete de invenții ale lui Nikola Tesla, concretizate mai apoi în inovații tehnologice. Sunt aduse argumente asupra impactului pe care ideile și invențiile lui Nikola Tesla le-au avut în fundamentarea strategiei de dezvoltare durabilă, de sustenabilitate energetică și de implementare a conceptului de oraș inteligent.

Cuvinte cheie: brevete de invenții, Nikola Tesla, dezvoltare durabilă, sustenabilitate energetică, oraș inteligent.

ABSTRACT. Concerned about the issue of mankind's future, Nikola Tesla, from whose birth we celebrate 160 years, has had innovative ideas which can be assimilated with current concepts of sustainable development and smart city. In this context, the paper deals with an analysis of Nikola Tesla ideas and patents which have been later materialized in technological innovations. Arguments are given on the impact of Nikola Tesla patents in the foundation of the sustainable development strategy, for the implementing the energy sustainability and the smart city concept.

Keywords: patents, Nikola Tesla, sustainable development, energy sustainability, smart city.

1. INTRODUCERE

Nikola Tesla (1856-1943) este unul dintre marii inventatori care a lăsat omenirii o impresionantă moștenire tehnică și tehnologică prin viziunea, brevetele și potențialul aplicativ actual al invențiilor sale.

În această lucrare, se face o analiză asupra principalelor idei și brevete de invenții ale lui Nikola Tesla, concretizate mai apoi în inovații tehnologice.



Fig. 1. Nikola Tesla în biroul său din New York (1916) [19]

Sunt aduse argumente asupra impactului pe care ideile și invențiile lui Nikola Tesla le-au avut în

fundamentarea strategiei de dezvoltare durabilă, de sustenabilitate energetică și de implementare a conceptului de oraș inteligent.

Munca teoretică, experimentele și invențiile lui Nikola Tesla, împreună cu contribuțiile deosebite aduse de alți inventatori, au creat pilonii de bază a ceea ce azi numim sustenabilitate energetică și oraș inteligent. Aceste concepte devin practic aplicabile prin combinarea și dezvoltarea structurilor existente precum și prin aplicarea invențiilor și tehnologiilor de ultimă generație care să răspundă nevoilor actuale și de viitor ale umanității.

2. SUSTENABILITATEA ENERGETICĂ

Este azi o problemă urgentă ca tot ceea ce producem, inventăm sau folosim în activitățile noastre de zi cu zi să fie sustenabil. Desfășurarea unei activități umane fără epuizarea resurselor existente, cu respectarea mediului înconjurător, fără a compromite satisfacerea nevoilor generațiilor viitoare se încadrează în definiția dată sustenabilității și implicit dezvoltării durabile.

Echilibrul necesar între creșterea economică și protecția mediului nu poate fi realizat fără căutarea

INVENȚIILE LUI NIKOLA TESLA (1856-1943) – O ABORDARE INEDITĂ

și utilizarea unor resurse alternative care, de asemenea, să respecte mediul.

Accentul pe stabilirea acestui echilibru s-a pus la Conferința Națiunilor Unite asupra mediului înconjurător din anul 1992, organizată în Brazilia, la Rio de Janeiro unde, alături de alte documente importante, a fost adoptată Declarația de principii, cunoscută sub numele de „Carta Pământului” [18].

Abordări recente legate de dezvoltarea sustenabilă a generațiilor actuale și viitoare fac referire la echitatea din cadrul unei generații precum și între generații: fiecare generație beneficiază de resursele Pământului dar costurile sunt achitate și de următoarele generații [13].

Un succes, considerat încă parțial, s-a obținut în anul 2015 la Conferința ONU de la Paris, referitor la problematica încălzirii globale care amenință planeta noastră și care va duce la fenomene grave asupra biodiversității - acordul încheiat pentru a limita viteza încălzirii globale sub 1,5 °C/an. Acest acord devine obligatoriu pentru țările poluatoare ale lumii semnatare care produc peste 55% din gazele cu efect de seră [7]. Alături de reducerea emisiilor poluante a tuturor țărilor s-au abordat aspecte cheie precum: adaptarea, finanțarea, dezvoltarea și transferul de tehnologii; consolidarea capacităților; transparența acțiunilor și a sprijinului în conformitate cu mandatul convenit în temeiul Convenției de la Durban în 2011.

Construirea unei societăți durabile implică realizarea, în primul rând, a sustenabilității energetice.

Actualele sisteme energetice sunt încă nesustenabile, deoarece utilizează în procent ridicat resurse energetice tradiționale de producere, transport și utilizare a energiei, iar instabilitatea politică și politicile energetice actuale nu favorizează reducerea consumului de energie și nici creșterea semnificativă a investițiilor în surse regenerabile de energie.

Soluțiile de construire de sisteme energetice sustenabile sunt direct legate de creșterea eficienței energetice și de implementarea surselor regenerabile de energie: utilizarea puterii apei, vântului, valurilor și a energiei solare. Politicile europene favorizează aceste direcții de cercetare, dezvoltare și inovare [1].

Actualmente sustenabilitatea energetică este obținută cu sisteme care includ surse convenționale de energie, surse regenerabile de energie precum și elemente de stocare a energiei.

Părțile componente de bază ale unui sistem sustenabil energetic sunt prezentate în figura 2 iar beneficiile sustenabilității energetice în figura 3.

Sustenabilitatea energetică nu mai poate fi realizată fără dezvoltarea și implementarea de rețele inteligente. Un exemplu de structură a unei rețele inteligente este redat în figura 4 [20].

Nikola Tesla a avut o contribuție esențială în fundamentarea sustenabilității energetice.

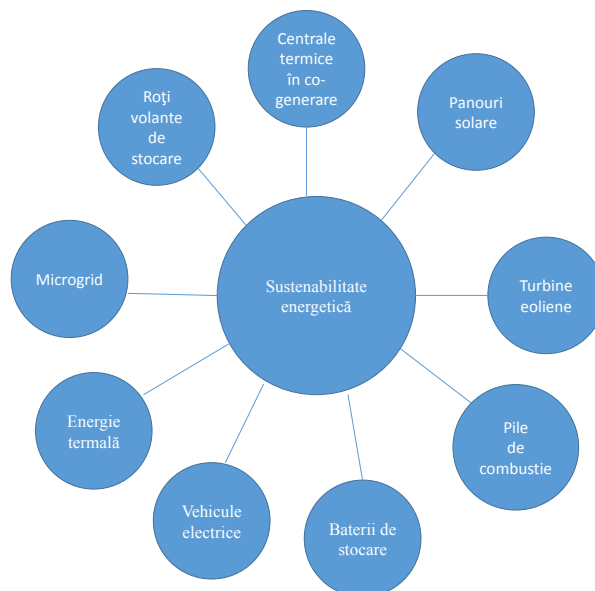


Fig. 2. Componența unui sistem energetic sustenabil.

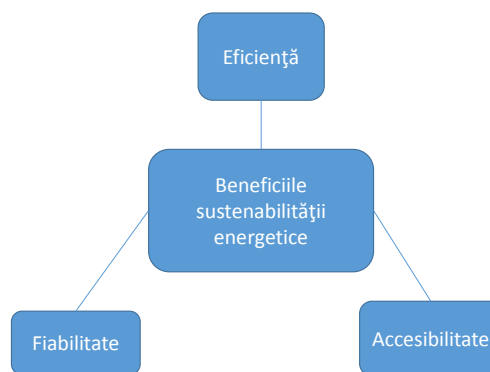


Fig. 3. Beneficiile ale sustenabilității energetice.

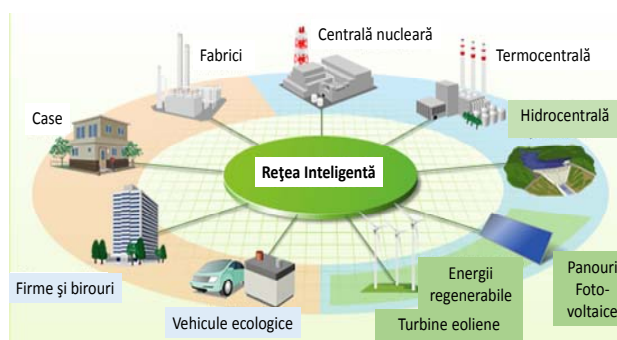


Fig. 4. Elementele componente ale unei rețele inteligente.

3. ORAȘUL INTELIGENT

Conceptul de oraș inteligent (*smart city*) include multiple aspecte. Sensul modern al termenului, care este utilizat începând cu anii '90 de către de giganti ai tehnologiei din Statele Unite ale Americii, alocă termenul „inteligent” pentru un oraș caracterizat printr-o aplicare eficientă și extinsă a tehnologiilor digitale [6]. Această definiție pare limitată având în vedere că se referă doar la tehnologii de comunicare,

SOLUȚII PENTRU UN ORAȘ INTELIGENT

ori, interacțiunile din cadrul orașului modern sunt mult mai largi. Monitorizarea și controlul digital cu rețele informatice inteligente se aplică tuturor proceselor care se desfășoară în cadrul comunității urbane (fig. 5).

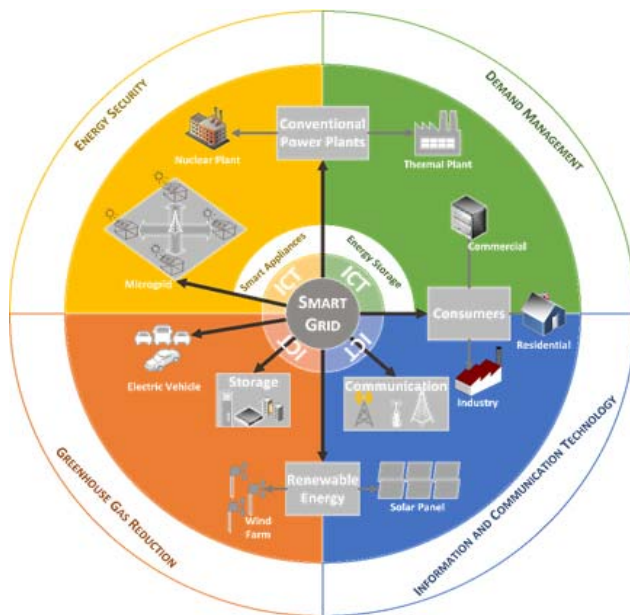


Fig. 5. Concept modern a unei rețele inteligente pentru integrarea datelor [5].

Un element indispensabil în dezvoltarea durabilă a unui oraș inteligent este managementul energetic, care pune accent pe fiecare element al sistemului energetic, legătura dintre elemente fiind asigurată prin sistemul informatic.

În prezent, preocuparea pentru implementarea conceptului de oraș inteligent a luat amploare în Europa. Astfel, „Pactul primarilor” este un acord programatic care acoperă 6.000 de municipalități europene și care vizează respectarea „Planului 20-20-20”, de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră cu 20 % față de 1990, 20 % din energia consumată să fie din surse regenerabile și creșterea eficienței energetice cu 20 %”. Inițiativa Pactul primarilor nu este izolată, ea interacționează cu alte proiecte, cu diferite tipuri de politici și inițiative.

Dezvoltarea de astfel de interconexiuni sunt benefice pentru crearea de oportunități de noi proiecte pentru industrie și pentru încurajarea implicării sociale, toate cu scopul îmbunătățirii calității vieții.

Există proiecte între mari corporații, organisme de stat, universități și institute de cercetare cu misiunea de a promova studii, cercetări și aplicații pentru sisteme cyber-fizice în Europa.

Astfel, în cadrul programului *Internet of thinking* (IoT) s-a implementat proiectul SOFIA (*Smart Objects for Intelligent Applications*), de dezvoltare a unei platforme software pentru un oraș inteligent ca produs comercial în folosul comunității. Coordonarea proiectului este realizată de Asociația ARTEMIS

(*Advances Research and Technology for Embedded Intelligence and Systems*), care este o organizație de cercetare, cu colaborări cu companii precum Indra Systems, Phillips, Nokia, Fiat etc.

Platforma informatică a proiectului SOFIA oferă sisteme informatice geografice de căutare, sisteme de analiză, metode de predicție pentru volume mari de date (*big data*), fiind creierul electronic al orașului, pentru integrarea datelor socio-economice și media. În proiectul SOFIA se procesează deja peste 300 milioane de elemente de date, care sunt integrate pentru luarea de decizii la nivelul managerial al orașului.

Un alt proiect de implementare a conceptului de oraș inteligent este *Smart Coruña* (Spania), în care sunt propuse soluții pe verticală privind alimentarea cu energie, trafic, managementul apei etc. La derularea acestui proiect au fost puse în evidență o serie de constângeri, cum sunt cele legate de buget (fiind necesare evaluări pentru implementarea serviciilor publice), de dezvoltare economică (care depind de acordul cetățenilor), de implicarea cetățenilor (prezintă reactivitate și flexibilitate limitată/diferită). În acest proiect, platforma orașului inteligent este proiectată asemănător unui sistem nervos pentru serviciile de informare ale orașului. Datele sunt obținute de la senzori multipli care sunt amplasați în diferite sectoare ale orașului, sunt integrate și manageriate cu reguli și modele predictive fiind transformate apoi în informații. Prelucrarea informațiilor cu mare acuratețe duce la luarea celor mai bune decizii și la adaptarea în timp real la nevoile cetățenilor. Astfel, platforma asigură monitorizarea în timp real a sistemului de alimentare cu apă, evacuarea apelor uzate, date despre serviciul de mentenanță al orașului [21]. O schemă de control a proceselor este redată în figura 6.



Fig. 6. Schemă de control pentru procesele subordonate administrației locale într-un oraș inteligent.

Schema din figura 6. poate fi dezvoltată și aplicată și pentru zone metropolitane extinse, aferente orașelor mari sau pentru zone rurale extinse.

Multe din posibilitățile de realizare a orașului sustenabil, inteligent, pot fi identificate în lucrările lui Nikola Tesla, a cărui activitate este legată strâns de eficiența energetică, sustenabilitate, elemente caracteristice ale orașului inteligent.

4. NIKOLA TESLA – DRUMUL CĂTRE INVENȚII ȘI INOVAȚII TEHNOLOGICE

Nikola Tesla s-a născut la 10 iulie 1856 în satul Smilijan (Croatia) într-o familie cu 5 copii, tatăl lui fiind preot ortodox la biserica din sat iar mama sa casnică.

Școala elementară o face în satul natal apoi urmează cursurile Liceului Real din Gospić și Gimnaziului Real Superior din Karlovac (Carlstadt). Între anii 1875-1878 frecventează cursurile Școlii Politehnice din Graz, Austria iar în 1880 – Universitatea din Praga.

Perioada creativă a lui Tesla a început în anii studenției, când participa la cursurile de mașini electrice. Încă de atunci Tesla sugera că mașina de tip dinam ar putea funcționa fără colector. Deși a fost contrazis de profesorul Poeschl, Tesla nu a renunțat la ideea sa reușind să breveteze numeroase invenții legate de motoarele electrice.

În perioada în care a lucrat la compania de telefonie din Budapesta, Tesla a contribuit la îmbunătățirea performanțelor centralei telefonice, a calculat și proiectat o nouă linie telefonică. Activitatea profesională a lui Tesla la Companiile lui Edison este determinantă pentru evoluția sa ulterioară ca inventator [3], [8-10] [14].

Cercetările recente arată că Tesla a brevetat în SUA 112 brevete de invenții originale iar în alte țări un număr de 308 brevete omoloage [15].

De-a lungul vieții Nicola Tesla a completat activitatea sa creativă cu prelegeri ținute la universități din Londra, Paris, Belgrad și Zagreb. Drept recunoaștere, a fost onorat cu titlul de Doctor Honoris Causa al universităților din Belgrad, Zagreb și București.

În 1943 la data de 7 ianuarie, Tesla se stinge din viață, funeraliile având loc la Catedrala Saint John The Divine din Manhattan, New York, SUA.

5. BREVETELE LUI TESLA LEGATE DE TRANSMITEREA ENERGIEI FĂRĂ FIR

Transmiterea energiei fără fir (*wireless*) este una din ideile vizionare ale lui Tesla, care se regăsește azi în multiple aplicații. Nikola Tesla a brevetat o serie de invenții legate de sistemele wireless.

Preocupările în acest domeniu au fost ulterioare cercetărilor legate de perfecționări asupra lămpii cu arc electric (1886), mașinii de curent continuu tip dinam și asupra mașinii de curent alternativ, bazată în funcționare pe principiul de producere a câmpului magnetic învârtitor (1888 - 1891).

Brevetele înregistrate în perioada 1888- 1890 au permis introducerea și dezvoltarea sistemului de transport a energiei electrice în curent alternativ, dovedind superioritatea netă a mașinilor de curent alternativ și a sistemelor de transport a energiei în curent alternativ față de mașinile și sistemele similare de curent continuu. Sistemul de curenți alternativi experimentat și brevetat de Nikola Tesla funcționa la o frecvență de 60 Hz.

De la această etapă și până la punerea în practică a ideilor sale legate de transmisia energiei fără fir a fost doar un pas. Fiind la curent cu descoperirile lui Heinrich Hertz (1857- 1894), Tesla intuia că are nevoie de o frecvență mai mare pentru a reuși să alimenteze fără fir cu energie electrică diverși consumatori sau să transmită semnale la distanță.

Experimentările legate de curenții de înaltă frecvență au început în anul 1889.

Pentru a obține curenți de înaltă frecvență Tesla a construit o mașină de curent alternativ cu 384 de poli, frecvența obținută fiind de ordinul a 10 kHz [12]. În sistemele de înaltă frecvență experimentate, Tesla a folosit tuburi electronice cu vid, condensatoare și alte componente. Cum generatorul de curent electric alternativ construit nu asigură frecvențe de lucru cu mult mai mari, Tesla a experimentat dispozitive de amplificare și de transformare. Cunoscând teoria rezonanței electrice (1856, lordul Kelvin), Tesla a construit în anul 1891 un dispozitiv capabil să emită descărcări electrice pe o distanță de 12,5 cm. Acest dispozitiv permitea transformarea curentului continuu sau alternativ în curent de înaltă frecvență la joasă tensiune. La acest dispozitiv Tesla cupleză un transformator autorezonant care funcționa la frecvența de 40 kHz, cunoscut azi sub numele de bobina Tesla.

Rezultatele privind obținerea curenților de mare frecvență și înaltă tensiune precum și efectele acestora au fost publicate și descrise în anul 1891. Legat de sistemul global de transmitere a semnalelor și a energiei fără fir, celebrul inventator a brevetat în SUA cinci invenții, din care patru au fost înregistrate în data de 5 noiembrie 1901 [16]:

- U.S Patent 685.953 : *Aparat pentru utilizarea efectelor transmise de la distanță la un dispozitiv de recepție prin mediu natural;*

- U.S. Patent 685.954: *Metodă de utilizare a efectelor transmise prin mediu natural ;*

- U.S. Patent 685.955 : *Aparat pentru utilizarea efectelor transmise de la distanță la un dispozitiv de recepție prin mediu natural*

- U.S. Patent 685.956 : *Aparat pentru utilizarea efectelor transmise prin mediu natural.*

Un alt brevet este înregistrat în 18 aprilie 1909 :

- U.S. Patent 787.412 : *Arta transmisiei energiei electrice prin mediu natural.*

SOLUȚII PENTRU UN ORAȘ INTELIGENT

Brevetul U.S. Patent 685.956 descrie unul din din receptoarele de la Colorado Spring și include : rezonatoare elicoidale distribuite de înaltă frecvență, feedback de frecvență radio, generator de înaltă frecvență, un aparat pentru transmiterea semnalelor la distanță, generator sau transmițător adaptat pentru a produce perturbări sau efecte în medii naturale electrice arbitrar variate sau intermitente, combinație de sursă de energie electrică, transformator, dispozitiv de rezistență ridicată, dar adaptabil să aibă o rezistență redusă atunci când se acționează asupra sa prin efecte sau perturbații, un circuit de recepție conectat cu un condensator și un dispozitiv adaptat pentru a deschide și închide circuitul de primire la intervale prestabilite de timp. O imagine cu elemente componente ale sistemului sunt ilustrate în figura 7.

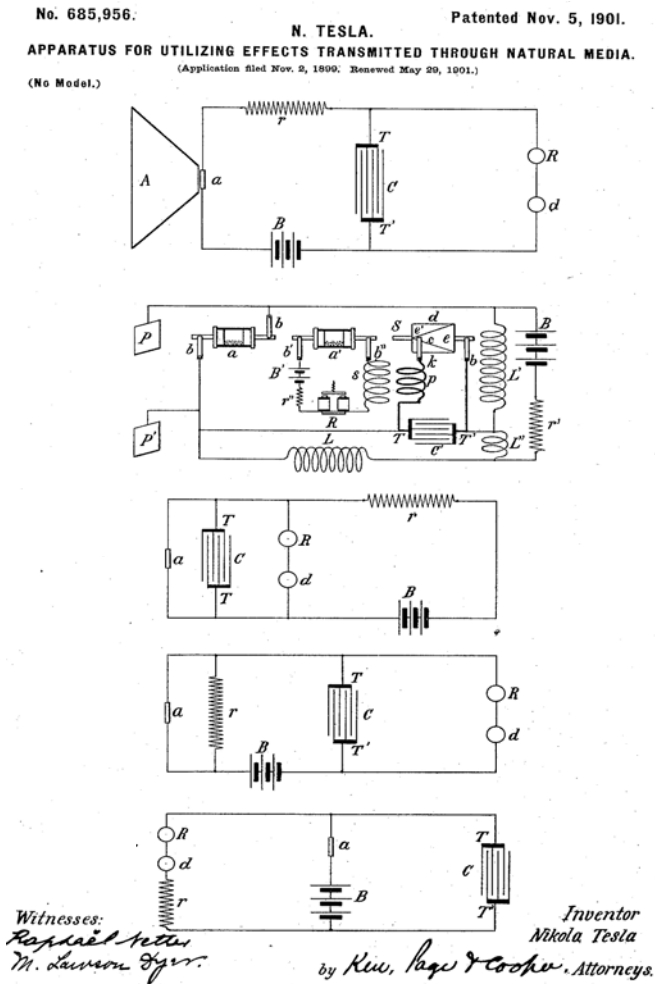


Fig. 7. Schemele electrice ale aparatului de transmisie wireless a energiei (US Patent nr. 685.956) [16].

Brevetul U.S. Patent 787.412 descrie un dispozitiv cu condensator intermediar, bobină, electrod de împământare, aparat pentru generarea și recepția semnalelor, circuite rezonante acordate. Schemele electrice ale invenției sunt ilustrate în figura 8. În

partea din stânga a figurii 8 este reprezentat un dispozitiv pentru detectarea prezenței undelor, cum ar fi cel utilizat în brevetele ce se referă la metoda de amplificare a undelor slabe. Este alcătuit din cilindru (*I*), din material izolant care este mișcat cu viteză uniformă de ceas sau de altă forță de antrenare adecvată și este prevăzut cu două inele metalice *F* și *F'*, de care sunt atașate periile conectate la plăcile terminale. Din inelele *F* și *F'* se extind segmente metalice *s* și *s'*, care, prin rotirea cilindrului (*I*) sunt aduse alternativ în contact cu periile duble.

În partea din dreapta a figurii 8, *A* desemnează o bobină primară ca parte a transformatorului și care constă în general din câteva spire cu rezistență mică a cărei capete sunt conectate la bornele unei surse de oscilații electrice puternice, reprezentate schematic de *B*. Această sursă este un condensator încărcat cu potențial ridicat și care descarcă rapid tensiunea prin primar.

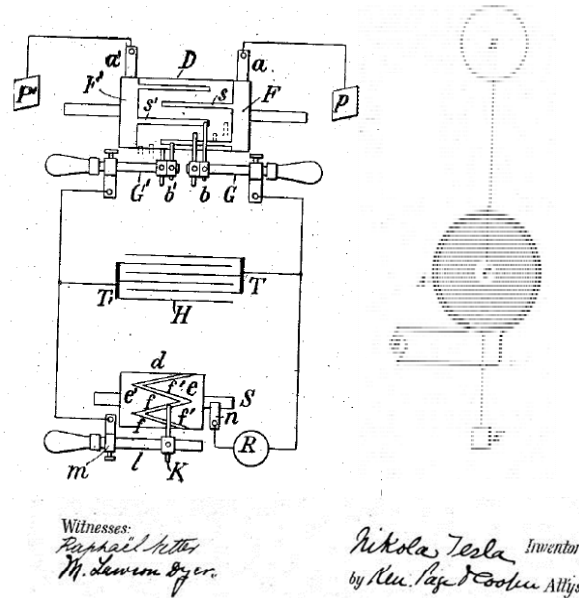


Fig. 8. Dispozitiv de detecție și sistemul de producere a undelor electromagnetice (US Patent nr. 787.412) [16].

Sistemele de transmisie wireless a energiei sunt azi dezvoltate în domeniile auto, telefonie mobilă și alte sisteme de comunicație.

6. VIZIUNEA LUI NIKOLA TESLA DESPRE SUSTENABILITATE

Brevetele de invenție și prelegerile susținute de Nikola Tesla indică viziunea marelui inventator privind construirea unei societăți umane sustenabile, în care sustenabilitatea energetică este elementul de bază:

- Pornind de la nevoia de energie, apa curată și alimente sănătoase, există trei surse principale de

INVENȚIILE LUI NIKOLA TESLA (1856-1943) – O ABORDARE INEDITĂ

energie care susțin viața: combustibilii fosili, apa și căldura de la soare. Pe baza acestei surse umanitatea ar trebui să-și construiască speranțele pentru viitor;

- Prin dezvoltarea surselor regenerabile de energie și realizarea unui sistem perfect de transmitere a energiei la orice om de pe pământ, pe baza principiului wireless, omenirea va fi în măsură să rezolve toate problemele legate de existență materială;

- Distanța, care este impedimentul principal la progresul uman, va fi complet anihilată prin gândire, cuvânt și acțiune;

- Omenirea va fi unită, războaiele vor fi imposibile și pacea va domni la nesfârșit.

Viziunea lui Nikola Tesla privind sustenabilitatea energetică și dezvoltarea durabilă concordă cu definiția sustenabilității energetice [M.I.T., Sustenabilitatea Energetică] și anume:

„Sustenabilitatea energetică este o armonie între disponibilitatea echitabilă a serviciilor de energie pentru toți oamenii și păstrarea resurselor Pământului pentru generațiile viitoare.”

Dr. James Corun, unul dintre oamenii de știință care a continuat munca lui Nikola Tesla, rezumă contribuția lui Tesla la inovarea tehnologică astfel:

„Energia electrică care curge de la generatoarele noastre mari, luminează vastele noastre orașe, risipind bezna nopții, iar telecomunicațiile leagă casele și afacerile civilizației noastre, pe toate continentele, în întreaga lume prin întinderile îndepărtate ale spațiului - acestea sunt toate monumentele care dovedesc viața cu succes a acestui puțin cunoscut, dar în mod unic admirabil, om de știință, inventator, inginer, vizionar, și cetățean al lumii.” [4], [17].

Inovația tehnologică trece dincolo de brevet, fiind caracterizată de punerea în aplicație a ideii brevetate. Inovația tehnologică aduce un produs nou, proces sau serviciu cu succes pe piață, acesta fiind vândut pentru un profit. Inovația tehnologică este legată de răspândirea noilor tehnologii în societate și merge dincolo de invenție.

7. CONCLUZII

Sustenabilitatea energetică și conceptul de oraș inteligent sunt elemente de bază ale societății durabile.

În marile orașe s-au făcut pași importanți privind conceptul de oraș inteligent prin implementarea controlului informatic în domeniile cheie ale serviciilor administrative și de transport.

Ideea privind dezvoltare pe termen lung și asigurarea resurselor pentru generațiile viitoare nu este nouă, iar Nikola Tesla se alătură vizionarilor care au vorbit despre resurse și modalitățile de rezolvare a necesităților omenirii.

Prin ideile și invențiile sale Nikola Tesla a contribuit semnificativ la progresul omenirii invențiile sale regăsindu-se în elementele de bază ale societății omenești sustenabile.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Akinyele D.O, Rayudu R.K. „Strategy for developing energy systems for remote communities: Insights to best practices and sustainability”, Sustainable Energy Technologies & Assessments, Vol. 16, 2016, p. 106-127.
- [2] Bandler H., *Public-Private Partnerships: Creating New Markets for Industry, Encouraging Social Engagement, and Improving Quality of Life*, IEEE Electrification Magazine Vol: 4, **issue 1**, 2016, pp. 2-10.
- [3] Carlson W. B., *Tesla inventor of the electrical age*, Princeton University Press, 2013, p. 500.
- [4] Corum J., *On the Position of Nikola Tesla Among the Founders of Modern Electrical Science And Technology*, Lecture for the course Eng 24: Nikola Tesla – The Genius Who Lit the World, The University of California, 4 Decembrie, 2000, Berkeley, CA, USA;
- [5] Hallberg P., *Smart Grid and Networks of the Future - EURELECTRIC Views*, 2009.
- [6] Niger, S., *La città del futuro: smart city, smart community, sentient city*, 2012, www.astrid-online.it
- [7] Piana V., *L'Accordo di Parigi sul clima*, Ianuarie 2016.
- [8] Plăhteanu B., Frunză M., *Nicola Tesla – Geniul inventiv al energiei și luminii, Gândirea creativă, activitatea și opera științifică*, Editura Performantica, Vol. 1, 2012, Iași, România, p. 691.
- [9] Plăhteanu B., Frunză M., *Nicola Tesla – Geniul inventiv al energiei și luminii, Integrala invențiilor*, Editura Performantica, Vol. 2, Iași, 2010, p. 649.
- [10] Plăhteanu B., Frunză M., *Nicola Tesla – Geniul inventiv al energiei și luminii, Integrala invențiilor*, Editura Performantica, Vol. 3, 2011, Iași, România, p. 725.
- [11] Rațiu M., *Protecția mediului în contextul dezvoltării durabile*, Buletinul AGIR nr.4, 2004, România.
- [12] Străinu E., *O Altfel de biografie, Fantasticele invenții ale lui Nikola Tesla*, Childress D.H, Editura Vidia, 2011, București, România, pp.9-27.
- [13] Suci N., Suciu N., *Dezvoltarea sustenabilă- Problemă cheie a secolului XXI*, Buletinul AGIR nr.1, 2007, România.
- [14] Šarboš S., *Nikola Tesla's Patents*, Proceedings of the Sixth International Symposium Nicola Tesla, Academic Mind, Marincici A., Stojici M. (Editori), 2006, Belgrad, Iugoslavia, pp. 275-280.
- [15] Šarboš S. D., *Novootkriveni patenti Nikole Tesle*, Proceedings of 23rd Telecommunications forum TELFOR 2015, 24-26 Noiembrie, 2015, Belgrad, Iugoslavia, pp. 41-44.
- [16] US Patent and Trademark Office, *The US Patent of Nikola Tesla*, freepdf, p. 499.
- [17] Vujic J., Marincic A., Ercegovac M., Milovanovic B., *Nikola Tesla: 145 Years of Visionary Ideas*, Telsiks, 2001, Niš, Iugoslavia, pp. 323-326.
- [18] <http://www.anpm.ro/ro/dezvoltare-durabila>
- [19] <https://teslauniverse.com/>
- [20] <http://www.hitachi.com/environment/showcase/solution/energy/smartgrid.html>
- [21] <http://smarcities.ieee.org/about.html>

Despre autoare

Prof.univ. dr. ing. **Elena HELEREA**

Universitatea „Transilvania“, Brașov, România

Prof.univ. dr. ing. Elena HELEREA, este absolventă a Institutului Politehnic din Brașov – 1970, specializarea Electromecanică, doctor inginer din anul 1987, profesor la Universitatea „Transilvania“ din Brașov, Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor, conducător de doctorat în domeniul „Inginerie electrică”, membră AGIR. În perioada 2008-2013 a ocupat funcția de director al Bibliotecii Universității Transilvania din Brașov, în perioada 2008-2004 a ocupat funcția de prorector cu activitatea didactică. Din 2011 este profesor onorific al Universității din Pecs Ungaria. În decursul anilor a publicat numeroase lucrări științifice indexate ISI sau în baze de date internaționale, monografiile și cursuri dedicate studenților. Domenii de competență sunt: materiale electrotehnice, compatibilitate electromagnetică, calitatea energiei electrice, istoria tehnologiei.

Dr. ing. **Beatrice MOAȘA**

Universitatea „Transilvania“, Brașov, România

Dr. ing. Beatrice MOAȘA este absolventă a Universității Transilvania din Brașov, Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor – 2009, doctor inginer din anul 2015. În prezent este cadru didactic asociat la Universitatea Transilvania din Brașov, Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor. Domenii de competență sunt: materiale electrotehnice, compatibilitate electromagnetică, istoria tehnologiei.