



Universitatea Tehnică a Moldovei

**SPORIREA EFICIENȚEI ENERGETICE A
ILUMINATULUI PUBLIC ÎN LOCALITĂȚILE
RURALE PRIN IMPLIMENTAREA
TEHNOLOGIILOR LED ȘI A PANOURILOR
SOLARE**

Teză de master

Masterand: Tudor STRUC

Conducător: Conf.univ.dr Oleg STIOPCA

Chișinău – 2024

REZUMAT

Teza de master 79 p., 35 figuri, 11 tabele, 46 surse.

Cuvinte cheie: eficiență energetică, iluminat stradal, iluminat exterior, iluminat drum, iluminat public eficient energetic.

Obiectul studiului este iluminatul public eficient energetic din s. Feștelița raionul Ștefan Vodă și zonele rurale inclusiv or. Nisporeni

Scopul tezei: Teza își propune să investigheze modul în care funcționează instalațiile de iluminat exterior și să utilizeze rezultatele pentru a sugera îmbunătățiri care vor ajuta la îndeplinirea obiectivelor de eficiență energetică.

Însemnătatea practică. Importanța practică a modernizării iluminatului public este că va reduce consumul de energie electrică și va avea un impact economic pozitiv. De asemenea, va îmbunătăți bunăstarea și eficiența locuitorilor.

SUMMARY

Master's thesis, 79 pages, 35 figures, 11 tables, 46 sources.

Keywords: energy efficiency, street lighting, exterior lighting, road lighting, energy-efficient public lighting.

The object of the study is energy-efficient public lighting in the village of Feștelița, Ștefan Vodă district, and rural areas, including Nisporeni city.

Thesis aim: The thesis aims to investigate the functioning of exterior lighting installations and to use the results to propose improvements that will contribute to achieving energy efficiency goals.

Practical significance: The practical significance of modernizing public lighting lies in reducing electricity consumption and having a positive economic impact. Additionally, it will enhance the well-being and efficiency of residents.

CUPRINS

| | |
|--|-----------|
| REZUMAT | 5 |
| LISTA ABREVIERILOR | 8 |
| INTRODUCERE | 9 |
| 1. ANALIZA SISTEMELOR DE ILUMINAT STRADAL PRIN IMPLEMENTAREA TEHNOLOGIILOR LED ȘI A PANOURILOR SOLARE | 11 |
| 1.1. Caracteristicile comparative ale surselor de iluminat public | 11 |
| 1.2. Corpurile de iluminat LED din perspectiva eficienței energetice | 15 |
| 1.3. Rolul celulelor fotovoltaice în iluminatul public..... | 19 |
| 1.4. Erori la montarea rețelelor de ilumina..... | 24 |
| 1.5. Inovații patentate în domeniul automatizării iluminatului stradal..... | 27 |
| 1.6. Obiective de eficiență energetică pentru iluminatul stradal..... | 30 |
| 1.7. Analiza proiectelor de iluminat public stradal modernizat..... | 35 |
| 1.8. Concluzii la capitolul 1..... | 38 |
| 2. ELABORAREA PROIECTULUI DE SPORIRE A EFICIENȚEI ENERGETICE LA ILUMINAREA STRĂZILOR ÎN LOCALITĂȚILE RURALE ȘI SUBURBANE..... | 39 |
| 2.1. Descrierea generală a proiectului din satul Feștelița din R. Ștefan Vodă..... | 39 |
| 2.2. Starea sistemelor de iluminat exterior din localitățile componente ale orașului Nisporeni..... | 47 |
| 2.3. Aplicarea sistemului inteligent de control al iluminatului public exterior | 51 |
| 2.4. Proiectarea sistemului de iluminat din perspectiva sporirii eficienței energetice | 54 |
| 2.5. Concluzii la capitolul 2..... | 66 |
| 3. ANALIZA FEZABILITĂȚII PROIECTULUI | 67 |
| 3.1. Evaluarea eficienței economice a măsurilor de îmbunătățire a rețelelor de iluminat exterior asatului Feștelița din raionul Ștefan Vodă | 67 |
| 3.2. Evaluarea eficienței economice a introducerii unui sistem de iluminat inteligent în localitățile componente ale orașului Nisporeni..... | 68 |
| 3.3. Analiza proiectului de lege pentru modificarea Legii nr.10/2016 privind promovarea utilizării energiei din surse regenerabile..... | 71 |
| 3.3. Concluzii la capitolul 3..... | 73 |
| CONCLUZIE | 74 |
| BIBLIOGRAFIE..... | 76 |

LISTA ABREVIERILOR

APL Administrație publică locală

CC centrele de control

DALI Interfața digitală de iluminare adresabilă

E5P Parteneriatul Est-European pentru Eficiență Energetică și Mediu

FEE Fondului pentru Eficiență Energetică (www.fee.md).

MDL (leu moldovenesc)

NAMA (Acțiuni Naționale de Atenuare Corespunzătoare, în engl.: NAMA – National Appropriate Mitigation Actions)

SLV CMS Software de gestionare centrală StreetLight Vision

LEA Linii electrice aeriene

PFV Panou fotovoltaic

INTRODUCERE

Actualitatea temei. A avea un iluminat adecvat în zonele rurale are mai multe efecte pozitive asupra siguranței, securității și economiei unei comunități. În orașele și satele mici din Republica Moldova, iluminatul este inconsecvent și lipsit de identitate. Sistemele de iluminat stradal sunt uzate sau lipsesc elemente cheie, iar corpurile existente nu pot găzdui noi surse de lumină. Cablurile și liniile de alimentare sunt defecte și nu pot fi reparate ușor. Aspectul estetic al sistemului de iluminat a fost neglijat în trecut, iar industria nu putea oferi corpuri de iluminat plăcute din punct de vedere estetic. Responsabilitatea pentru furnizarea acestui serviciu public a fost delegată furnizorului de energie electrică, dar calitatea serviciului a fost slabă și afectată de vandalism. În perioada sovietică, implementarea sistemelor de iluminat stradal a fost limitată de disponibilitatea componentelor necesare.

Acordul de Asociere dintre Republica Moldova și UE impune abordarea problemelor de iluminat exterior în conformitate cu standardele UE. În conformitate cu Acordul de Asociere dintre Republica Moldova și Uniunea Europeană, prestarea serviciilor de utilități publice, în special reabilitarea și gestionarea sistemului de iluminat public, trebuie să respecte standardele europene. Aceasta este o sarcină importantă pentru administrația publică locală și centrală, deoarece iluminatul reprezintă o mare parte din consumul de energie electrică și are un impact asupra mediului și a costurilor energetice. Starea actuală a sistemelor de iluminat stradal și rutier din Moldova necesită investiții semnificative pentru repararea acestora. Pe de altă parte, nu există practic nicio alternativă la economisirea operațională a energiei:

- Țara nu este pregătită pentru introducerea rapidă și masivă de noi capacități energetice. Nu există proiecte, personal calificat și organizații.
- Pentru asigurarea unui consum de energie de 1 kW este necesar să se asigure dezvoltarea rețelelor electrice, o creștere a capacității de generare ținând cont de nevoile proprii și pierderile din rețele, precum și dezvoltarea infrastructurii.

Proiectarea sistemelor de iluminat exterior în zonele rurale este un subiect care necesită o abordare sistematică. Este necesar să se ia în considerare atât iluminarea rutelor de transport, cât și a rutelor pietonale. Pentru o abordare competentă a soluționării acestor probleme, este necesar să se studieze cerințele de reglementare, precum și caracteristicile instalațiilor de iluminat existente (OU).

O componentă importantă în dezvoltarea sistemelor inteligente de iluminat este echilibrul dintre eficiența energetică și siguranța pentru utilizatorii drumului, deoarece iluminarea spațiilor rutiere afectează atât probabilitatea accidentelor rutiere, cât și rata generală a criminalității.

Astfel, obiectul de studiu este un sistem inteligent de iluminat eficient energetic.

Scopul lucrării este proiectarea unui sistem de iluminat inteligent și studiul preliminar al posibilităților de introducere a unui sistem de iluminat inteligent. Pentru a realiza acest lucru, este necesar să se rezolve o serie de probleme:

- să se analizeze alternative pentru crearea unui sistem de iluminat inteligent eficient energetic și să efectueze studii corespunzătoare;
- se analizează posibilele metode de comunicare pentru implementarea ulterioară într- un sistem de iluminat inteligent;
- să efectueze o analiză tehnică și economică și o justificare pentru implementarea unui sistem de iluminat inteligent în zonele rurale.

Obiectivul de cercetare a acestei teze este acela de a se concentra pe modernizarea sistemului de iluminat public stradal din zonele rurale.

Pentru realizarea studiului a fost aleasă o zonă anume, în special Nisporeni și s.Feștelița. Este important de menționat că în Moldova, majoritatea zonelor urbane sunt formate din mai multe regiuni rurale. În consecință, numeroase noduri raionale care s-au transformat în orașe mici întâmpină probleme legate de infrastructura iluminatului public stradal. Obiectivul este realizarea unui sistem de iluminat public modern și eficient, care să îndeplinească cerințele și normele naționale și internaționale, optimizând în același timp consumul de energie. Scopul modernizării sistemului de iluminat public stradal este îmbunătățirea siguranței și confortului cetățenilor pe timp de noapte, reducând în același timp impactul asupra mediului. Aceasta include utilizarea produselor fabricate din materiale reciclabile, reducerea consumului de energie electrică și a emisiilor de gaze cu efect de seră și limitarea poluării luminoase. În plus, scopul este de a crea un sistem de iluminat coeziv pentru întregul municipiu, care să fie funcțional și eficient din punct de vedere energetic.

14. ILUMINATUL PUBLIC ÎN MUNICIPIUL CHIȘINĂU ASPECTE FUNCȚIONALE, ESTETICE, ARHITECTURALE, TURISTICE, DE EFICIENȚĂ ȘI INVESTIȚIONALE, http://viitorul.org/files/library/studiu_iluminatul.pdf
15. Inaugurarea Sistemului de Iluminat Public din parcul central al orașului Nisporeni, <https://www.aee.md/ro/photo-gallery/inaugurarea-sistemului-de-iluminat-public-din-parcul-central-al-ora-ului-nisporeni>
16. International Association for Energy-Efficient Lighting (IAEEL) <http://www.iaeel.org/>;
17. Kazmi, Syed Najeeb Ali & Ulasyar, Abasin & Nadeem, Faisal. (2020). IoT based Energy Efficient Smart Street Lighting Technique with Air Quality Monitoring. 1-6. 10.1109/ICOSST51357.2020.9332982.
18. Kim, Yoseung & Brückner, Michael. (2023). Exploring the Potential of Smart Streetlighting for Energy Efficiency and Cost Reduction on a Greener Campus. 10.1007/978-3-031-43815-8_25.
19. Kostic, Miomir & Djokic, Lidija. (2009). Recommendations for energy efficient and visually acceptable street lighting. Energy. 34. 1565-1572. 10.1016/j.energy.2009.06.056.
20. Lighting Concepts www.siteco.net;
21. Liubomir Chiriac, Nicolae Mogoreanu, Ion Muntean, Sergiu Aparatu, Ion Tornea, Ghid practic privind iluminatul stradal în zonele rurale ale Moldovei, Chișinău, Martie 2015.
22. Mogoreanu N. Iluminatul electric, ISBN 978-9975-65-341-1 Chișinău, Lumina, 2013 Tehnologii noi în iluminatul public stradal-oer, oer.ro/wp-content/uploads/prezentare-OER-19092013.pdf
23. Mohammad, Arshad & Modabbir, & Ashraf, Imtiaz & Kamal, Md. (2023). Economic and Environmental Impact of Energy Efficient Design of Smart Lighting System. Journal of The Institution of Engineers (India): Series B. 104. 10.1007/s40031-023-00885-0.
24. Mouaadh, Yaichi & Bousmaha, Bouchiba & Mhamed, Rebhi. (2022). Intelligent control and reduce energy consumption of smart street lighting system. International Journal of Power Electronics and Drive Systems. 13. 1966-1974. 10.11591/ijpeds.v13.i4.pp1966-1974.
25. NAMA privind promovarea iluminatului eficient energetic în Republica Moldova, http://clima.md/public/files/2_Cadrul_National/nama/NAMA_PDD_Lighting_Moldova_ro.pdf
26. NCM C.04.02-2005. Iluminatul natural și artificial: Aprob. de Departamentul Construcțiilor și Dezvoltării Teritoriului 24.05.2006 ord. nr. 59 DCDT: înl oc. de СНиП II-4-79: data punerii în aplicare 01.07.2006.
27. Nicolae Mogoreanu, Iluminatul electric, Chișinău, 2013, p.156-159[1]

28. Norme tehnice cu privire la iluminatul public stradal, <https://www.competition.md/public/files/82-Proiect-norme-iluminatul-public-stradala1c7f.pdf>
29. Paul Pencioiu, Eficienta energetică în domeniul iluminatului electric, ICPE SA;
30. PROGRAM DE REVITALIZARE URBANĂ A OR. NISPORENI 2022-2026, https://primarianisporeni.md/wp-content/uploads/2022/11/Program-de-Revitalizare-Urban%C4%83_Nisporeni_2022-2026.pdf
31. Radulovic, Dusko & Skok, Srdjan & Kirincic, Vedran. (2011). Energy efficiency public lighting management in the cities. Fuel and Energy Abstracts. 36. 1908-1915. 10.1016/j.energy.2010.10.016.
32. Rahman, Md & Shufian, Abu & Ahmed, Koushik & Najibullah, Md & Hridoy, Momin & Hossen, Md. (2019). Design and Implementation of an Energy-Efficient Smart Lighting System. 897-902. 10.1109/ICAEE48663.2019.8975674.
33. Shahzad, Gul & Heekwon, Yang & Ahmad, Arbab & Chankil, Lee. (2016). Energy-Efficient Intelligent Street Lighting System Using Traffic-Adaptive Control. IEEE Sensors Journal. 16. 1-1. 10.1109/JSEN.2016.2557345.
34. Tehnologia LED: cea mai economica si ecologica soluție pentru sistemul de iluminat public. Institutul de cercetări electrotehnice ICPE-SA www.icpe.ro
35. VAȘCIUC C., BRAGA D., MODERNIZAREA SISTEMULUI DE ILUMINAT STRADAL, http://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/1533/Conf_UTM_2016_I_pg354_357.pdf?sequence=1&isAllowed=y
36. Viswanathan, Shekar & Momand, Shamsullah & Fruten, Mohibullah & Alcantar, Alejandro. (2021). A model for the assessment of energy-efficient smart street lighting—a case study. Energy Efficiency. 14. 10.1007/s12053-021-09957-w.
37. Zanjani, Pooya & Ghods, Vahid & Bahadori, Morteza. (2012). Monitoring and Remote Sensing of the Street Lighting System Using Computer Vision and Image Processing Techniques for the Purpose of Mechanized Blackouts.[3]
38. Lighting Concepts www.siteco.net;
39. Способ и устройство энергосберегающего управления уличным освещением, <https://patents.google.com/patent/RU2526206C1>
40. Blanche, Andreas & Jiresjö, Christian & Mankefors-Christiernin, Stefan. (2003). The Story Behind Midnight, a Part Time High Performance Cluster.. 173-178.

41. Wireless proximity aware remote control lighting system, [https://patents.google.com/patent/US11172565B1/en?q=\(Street+lighting+control+device\)&oq=Street+lighting+control+device](https://patents.google.com/patent/US11172565B1/en?q=(Street+lighting+control+device)&oq=Street+lighting+control+device)
42. Beacons wireless transmitter for coordinated lighting system control, [https://patents.google.com/patent/US11438989B1/en?q=\(Street+lighting+control+device\)&oq=Street+lighting+control+device](https://patents.google.com/patent/US11438989B1/en?q=(Street+lighting+control+device)&oq=Street+lighting+control+device)
43. Пат. 2453761 РФ, МПК F21S 9/00. Автоматизированная система управления освещением дорог / Лебедь Л.Н., Чепурной Ю.В.; патентообладатель Лебедь Л.Н. № 2010148517/07; заявл. 26.11.2010; опубл. 20.06.2012, Бюл. № 17.
44. Пат. 2394183 РФ, МПК F21S 9/02. Автономное устройство освещения дорог, улиц, дворов / Малютин Н.В., Булкин Ю.Л., Ткачев С.А.; патентообладатель Открытое акционерное общество Научно-производственное предприятие «Волна». № 2008133026/28; заявл. 20.02.2010; опубл. 10.07.2010, Бюл. №19.
45. <https://energie.gov.md/ro/content/cata-energie-regenerabila-exista-moldova-si-cata-ar-putea-fi-articol>
46. <https://www.parlament.md/Actualitate/Comunicatedepresa/tabid/90/ContentId/10023/language/en-US/Default.aspx>