

MINISTERUL EDUCAȚIEI AL REPUBLICII MOLDOVA

Universitatea Tehnică a Moldovei

Facultatea Energetică și Inginerie Electrică

Departamentul Energetică

Admis la susținere

Șefă departament:

HLUSOV Viorica, conf. univ., dr.

„_____” _____ 2025

**Elaborarea lucrării de laborator cu tema:
Construcția conductoarelor neizolate/izolate
a conductoarelor și cablurilor
Teză de master**

Masterand:

RACHITOV Romin
gr. EE-23M

Conducător:

STRATAN Ion
prof. univ., dr.

Consultant:

CRISTIAN Nicolae
doctorand.

Chișinău, 2025

ADNOTARE

Autor – RACHITOV Romin. Titlul – *Elaborarea lucrării de laborator cu tema:*

Construcția conductoarelor neizolate/izolate a liniilor electrice aeriene și a cablurilor.

Structura lucrării: lucrarea conține introducere, patru capitole, concluzii, bibliografie din 7 titluri, 3 anexe, 101 pagini, 71 figuri, 24 tabele

Cuvinte-cheie: conductoare neizolate , linie electrică în cablu, conductoare neizolate moderne.

Scopul lucrării: Elaborarea lucrării de laborator cu tema: Construcția conductoarelor neizolate/izolate și a cablurilor.

Obiectivele generale: Elaborarea standului ce permite studierea conductoarelor neizolate, izolate a liniilor electrice aeriene și a cablurilor. Analiza modernizării Rețelelor electrice prin utilizarea conductoarelor neizolate moderne și creșterea capacităților de transport.

Rezultate obținute: în urma studiului propus a fost elaborat standul ce permite studierea și analiza practică a conductoarelor liniilor electrice aeriene cât și a celor în cablu, s-a prezentat soluțiile optime de modernizare a rețelelor electrice, s-a obținut modelul de calcul tehnico-economic utilizând conductoarele moderne

ABSTRACT

Author – RACHITOV Romin. Title – Elaboration of the laboratory work with the theme: Construction of uninsulated / insulated conductors overhead power lines and power cables.

Thesis structure: the work contains introduction, four chapters, conclusions, bibliography of 7 titles, 3 annexes, 101 pages, 71 figures, 24 tables.

Keywords: uninsulated / insulated conductors, power cables., modern uninsulated conductors.

The scope of the work: elaboration of the laboratory work with the theme: Construction of uninsulated / insulated conductors overhead power lines and power cables.

General objectives: elaboration of the stand that allows the study of non-insulated, insulated conductors of overhead power lines and cables. Analysis of the modernization of electrical networks by using modern non-insulated conductors and increasing transmission capacities.

Result obtained: following the proposed study, the stand was developed that allows the practical study and analysis of the conductors of overhead power lines as well as those in cables, the optimal solutions for the modernization of electrical networks were presented, the technical-economic calculation model was obtained using modern conductors.

CUPRINS

| | |
|--|----|
| INTRODUCERE | 5 |
| 1. CONDUCTOARELE ȘI STĂLPII LINIILOR ELECTRICE AERIENE | 8 |
| 1.1. Considerații teoretice | 8 |
| 1.1.1. Conductoarele liniilor electrice aeriene – LEA..... | 8 |
| 1.1.2. Materiale utilizate pentru realizarea conductoarelor LEA..... | 9 |
| 1.2. Construcția conductoarelor liniilor electrice aeriene | 11 |
| 1.2.1. Tipuri constructive și caracteristici ale conductoarelor LEA..... | 11 |
| 1.2.2. Tendințe noi în lume în construcția de conductoare..... | 15 |
| 1.2.3. Stâlpii liniilor electrice aeriene..... | 19 |
| 2. ELEMENTE CONSTRUCTIVE ALE LINIILOR ELECTRICE ÎN CABLU – LEC | 42 |
| 2.1. Obiectivele lucrării | 42 |
| 2.1.1. Principalele elemente constructive ale cablurilor..... | 43 |
| 2.1.2. Clasificarea cablurilor electrice..... | 48 |
| 2.2. Construcția cablurilor de energie folosite în instalațiile electroenergetice | 48 |
| 2.2.1. Tipuri constructive de cabluri de energie..... | 48 |
| 2.2.2. Accesorii folosite la construcția liniilor în cablu | 54 |
| 3. CALCULUL TEHNICO-ECONOMIC A CONDUCTOARELOR NEIZOLATE | 63 |
| 3.1. Caracteristicile conductoarelor neizolate moderne | 63 |
| 3.2. Calculul parametrilor rețelei electrice | 67 |
| 3.2.1. Calculul parametrilor conductoarelor neizolate AL-OL | 67 |
| 3.2.2. Analiza conductoarelor neizolate moderne ACCR | 71 |
| 3.3. Calculul mecanic al conductorului AC-240/32 | 73 |
| 3.3.1. Sarcinile specifice | 73 |
| 3.3.2. Săgeata maximă | 76 |
| 3.4. Calculul mecanic al conductorului neizolat modern Hawk ACCR-TW 477-T16 242/20 | 77 |
| 3.4.1. Sarcinile specifice | 77 |
| 3.4.2. Săgeata maximă | 80 |
| 3.5. Compararea tehnico-economică | 82 |
| 3.5.1. Compararea tehnico-economică utilizând conductorul AL-OL 240/32 | 82 |
| 3.5.2. Compararea tehnico-economică utilizând conductorul ACCR-242/20 | 84 |
| 4. STUDIU DE CAZ: „ÎNCERCĂRI ȘI MĂSURĂRI ELECTRICE A CABLURILOR PÂNĂ LA 1000 V ȘI PESTE 1000 V” | 86 |
| 4.1. Generalități | 86 |
| 4.1.1. Încercarea liniilor electrice de cabluri cu tensiune mărită | 87 |
| 4.1.2. Măsurarea rezistenței izolației | 88 |
| 4.2. Încercări cu tensiune mărită | 89 |
| 4.2.1. Încercarea cu tensiune mărită redresată a cablului de medie tensiune înpregnat cu ulei..... | 92 |
| 4.2.2. Cerințe de securitate la efectuarea măsurărilor | 94 |

| | |
|---|-----|
| CONCLUZII | 97 |
| BIBLIOGRAFIE | 98 |
| ANEXE | |
| A1. Tipuri de conductoare și cabluri folosite în rețelele electrice 0.4 kV | 99 |
| A2. Construcția cablurilor și a conductoarelor liniilor electrice aeriene izolate | 100 |
| A3. Accesorii folosite la construcția liniilor electrice în cablu | 101 |

INTRODUCERE

Evoluția continuă din zilele noastre a rețelelor electrice, datorată exigenței consumatorilor, implementării tehnologiei informației de sistem și a diversității resurselor energetice disponibile, afectează direct calitatea serviciului de distribuție a energiei electrice, respectiv are un impact direct asupra alimentării cu energie a marilor consumatori prin calitatea și cantitatea energiei livrate.

Progresul continuu al societății necesită o cerere tot mai mare de energie, iar consumul de energie electrică crește în permanență. Nevoile de consum de energie electrică în creștere au condus la noi metode de transport al energiei electrice, costurile și problemele de mediu au devenit din ce în ce mai importante. Creșterea capacității de transport prin liniile electrice existente în condiții de siguranță este una din direcțiile de abordat în domeniul rețelelor electrice. O astfel de abordare poate rezolva nu numai problema vârfurilor de sarcină sau a defecțiunilor scurte din transport, dar pot reduce investițiile în noile linii electrice, poate fi redus numărul de linii electrice de transport și distribuție noi cu implicații directe în obținerea de beneficii economice și sociale.

Republica Moldova și-a asumat mai multe obiective în domeniul energiei regenerabile, cu scopul de a reduce dependența de importurile de energie și de a promova o mai mare sustenabilitate a sistemului energetic național.

Capacitățile SER existente de producere a energiei electrice înregistrate în luna ianuarie, anul 2023:

- ✓ Instalații eoliene (56 %) - 115,10 MW
- ✓ Centrale electrice fotovoltaice, inclusiv contorizarea netă, 29 % - 60,13 MW
- ✓ Centrale hidroelectrice (8%) - 16,25 MW
- ✓ Centrale electrice în cogenerare pe biogaz (7 %) - 15,33 MW

Instalațiile fotovoltaice au înregistrat o creștere a capacităților de producere a energiei electrice, inclusiv contorizarea netă la 4,02 MW, în anul 2018, la 60,13 MW în anul 2022, o creștere de aproape 15 ori în 5 ani. Instalațiile eoliene au înregistrat o creștere a capacităților de producere a energiei electrice de circa 3 ori – de la 35,6 MW în anul 2018, la 115,1 MW în anul 2022. Centralele electrice în cogenerare pe biogaz au crescut în evoluția capacităților de producere a energiei electrice de aproape 2,7 ori - de la 5,7 MW la 15,3 MW [1].

În vederea sporirii ponderii energiei din surse regenerabile în mixul energetic al țării, Ministerul Energiei a stabilit mai multe obiective, una dintre ele este:

- Îmbunătățirea și modernizarea rețelelor electrice: Pentru a asigura integrarea eficientă a energiei regenerabile în rețeaua națională de energie electrică, Republica Moldova are ca obiectiv modernizarea și îmbunătățirea infrastructurii rețelei electrice [1].

Din această cauză și apare necesitatea de a moderniza lucrarea de laborator existentă.

De-a lungul celor aproape 25 de ani de activitate în Republica Moldova întreprinderile private de distribuție și furnizare a energiei electrice, au beneficiat de experiențe inedite și implementează cele mai bune practici și standarde europene de gestiune a afacerilor.



Figura 1. Cifre cheie ale rețelei ÎCS „Premier Energy Distribution”, SA

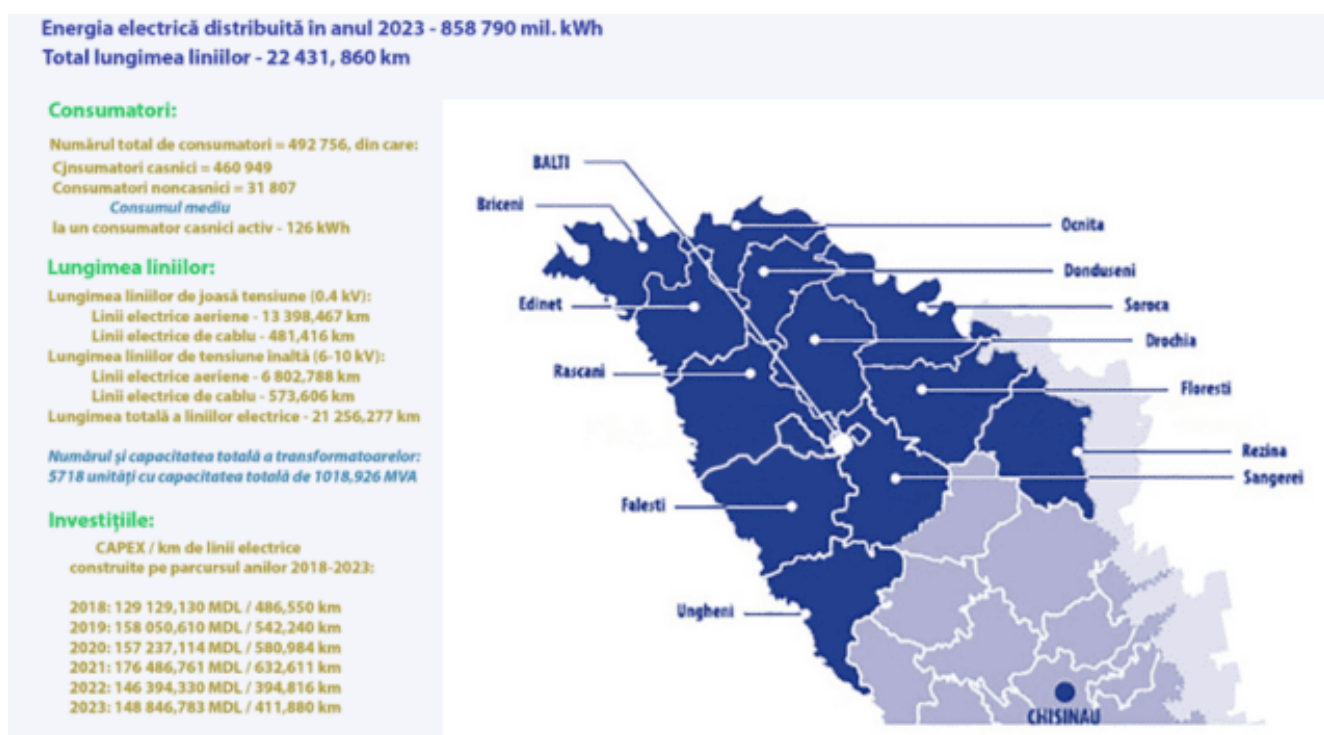


Figura 2. Cifre cheie ale rețelei S.A. "Rețelele Electrice de Distribuție Nord"

Sarcina primordială a Direcției Operarea Rețelelor constă în asigurarea fiabilității, continuității și calității energiei electrice consumatorilor finali, precum și eficienței rețelelor și instalațiilor prin efectuarea lucrărilor necesare de mentenanță, renovare a acestora prin montarea de echipamente moderne și performante, precum și dezvoltarea lor, care include construcția de linii și montarea de instalații noi.

În ultima perioadă în Republica Moldova au fost executate numeroase lucrări investiționale a rețelelor de distribuție, deaceea această lucrare de laborator are un impact major asupra analizării aspectelor construcției unei LEA, LEAI și LEC totodată, se vor analiza avantajele implementării în construcția liniilor electrice aeriene a conductoarelor neizolate moderne, cum ar fi:

1. *Reducerea sagului:* Conductoarele moderne, cum ar fi cele din aluminiu și aliaje de aluminiu, au o greutate specifică mai mică și o rezistență mecanică mai mare, ceea ce reduce sagul (curbura conductoarelor) în deschiderile mari.
2. *Stabilitate structurală:* Datorită rezistenței lor superioare, conductoarele moderne pot suporta mai bine tensiunile mecanice și condițiile meteorologice extreme, asigurând stabilitatea structurală a liniilor electrice chiar și în deschideri mari.
3. *Costuri de întreținere reduse:* Conductoarele moderne necesită mai puțină întreținere datorită durabilității lor și rezistenței la coroziune, ceea ce este esențial în deschiderile mari unde accesul pentru reparații poate fi dificil.
4. *Flexibilitate în proiectare:* Utilizarea conductoarelor moderne permite proiectanților să planifice linii electrice cu deschideri mai mari între piloni, reducând astfel numărul total de piloni necesari și, implicit, costurile de construcție.

Aceste avantaje contribuie la eficiența și fiabilitatea rețelelor electrice aeriene, asigurând un transport sigur și continuu al energiei electrice.

BIBLIOGRAFIE

1. MINISTERUL ENERGIEI AL REPUBLICII MOLDOVA, *Starea actuală a domeniului energiei regenerabile în Republica Moldova: Potențial, provocări și perspective*. Disponibil: <https://energie.gov.md/ro/content/starea-actuala-domeniului-energiei-regenerabile-republica-moldova-potential-provocari-si>
2. TOPREBAR SRL *Stâlpi din fibră de sticlă pentru linii electrice de distribuție*. Bacău, România. Disponibil: <https://www.dypety.ro/stalpi/linii-distributie-lea>
3. TOPREBAR SRL *Stâlpi din fibră de sticlă pentru linii electrice de distribuție*. Disponibil: <https://www.dypety.ro/>
4. NEAGU, Bogdan, Laborator Transportul și distribuția energiei electrice , *Conductoarele și stâlpii liniilor electrice aeriene*
5. NEAGU, Bogdan, Laborator Transportul și distribuția energiei electrice , *Elemente constructive ale liniilor electrice în cablu - lec*
6. STRATAN Ion, GROPA Victor. *Transportul și distribuția energiei electrice. Îndrumar pentru proiectare*. 2006,40 p.
7. GOLOVANOV, Nicolae, MOGOREANU, Nicolae, TOADER, Cornel, PORUMB, Radu. *Eficiența energetică. Mediul. Economia modernă*. România, A.G.I.R, ISBN: 978-973-720-698-5,2017,464p,
.Disponibil:
<https://www.agir.ro/carte/eficienta-energetica-mediul-economia-moderna-123070.html>