



A XV-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”
SEBEȘ, 2015

STUDIU EXPERIMENTAL PENTRU DETERMINAREA CARACTERISTICILOR DE SIGURANȚĂ A STĂLPILOR ELECTRICI DE JOASĂ TENSIUNE

Dorina SUCALĂ, Ilie Nicolae SUCALĂ, Sorina Anamaria CIPLEA

EXPERIMENTAL STUDY TO DETERMINE THE CHARACTERISTICS OF LOW VOLTAGE ELECTRICITY POLES

All homes, factories, modern technology (computers, tablets, and phones) need this energy. Certainly responsibility for production and safe operation of this type of energy is very high. Lack of energy often causes panic. Our life cannot be imagined without electrical current.

This paper focuses on treating the safety of the electric poles.

Keywords: power lines, electricity poles, torsion test, bending test

Cuvinte cheie: linii electrice, stâlpi, încercare la torsiune, încercare la încovoiere

1. Introducere

La proiectarea liniilor electrice un element important este siguranța în exploatare a acestora. De aceea periodic, în fabricile de prefabricate se realizează încercări asupra tipurilor de stâlpi folosiți în exploatare. Un model de stâlp realizat din beton armat a fost încercat la producătorul din Oradea. Acest model este folosit la realizarea liniilor electrice de joasă tensiune, având capacitatea de până la 1000 V. Stâlpul a fost proiectat în conformitate cu specificațiile standard SR 2970/2005; SR EN 12 843/2005; SR EN 13 369/2005. Stâlpul a fost

testat la încovoiere după direcția principală și secundară și la torsiune. În timpul realizării testelor s-a avut în vedere menținerea sub control a deplasărilor cvasistatice. Scopul realizării încercărilor este de a determina în laborator, controlat, modul de comportarea a stâlpului sub acțiunea diverselor încărcări, care pot apare în condițiile mediului exterior. Cunoașterea caracteristicile comportamentale ale stâlpului sub acțiunea încărcărilor exterioare determină inginerul proiectat să adopte soluții optime la proiectarea liniile electrice.

2. Caracteristicile liniei SE 10T

Utilizare: în conformitate cu normativul NTE 003/2004 stâlpii sunt folosiți pentru realizarea de linii electrice aeriene de joasă tensiune de până la 1 kV, pentru condiții normale de mediu [4];

Scop: în vederea susținerii conductoarelor de transport a energiei electrice;

Echipamente necesare pe stâlpi: console metalice utilizate pentru fixarea firelor conductoare;

Fixare în teren: în fundații de beton $L_p = 1,50$ m;

Forma: secțiune trapezoidală, dimensiuni variabile pe înălțime, prezintă o alveolă nestrăpunsă la bază și un număr variabil de alveole străpunse în funcție de tipul stâlpului [4];

Dimensiuni: Lungime $L = 10,00$ m, dimensiuni la bază $32 \times 53,5$ cm, dimensiuni la vârf 25×25 cm, lungime la vârf $0,25$ m.

Forma, tipul și dimensiunile fundațiilor sunt determinate în funcție de încărcările exterioare și respectiv de natura terenului de fundare.

Fabricat din: elemente liniare de beton precomprimat, vibrat la 50-150 Hz;

Tipuri de forțe la care sunt solicitați: moment încovoiător, moment de torsiune, forță axială, forță de forfecare;

Durata de viață: 40 ani în condiții de respectare a normelor de executare, transport, manipulare și exploatare a liniei.

3. Modelul experimental

Modelul experimentat este utilizat pe scară largă la realizarea liniilor electrice de joasă tensiune, proiectat în conformitate cu standardele în vigoare.

Tipuri de încărcări care acționează asupra stâlpilor:

- a. Încărcări permanente: greutate proprie stâlp, conductoare electrice, console, izolatori, cleme, aparat electric etc.

- b. Încărcări variabile: acțiunea vântului asupra stâlpului, acțiunea vântului asupra conductoarelor și izolatorilor, chiciura, zăpada, traciunea în fire datorită exploatării normale etc.

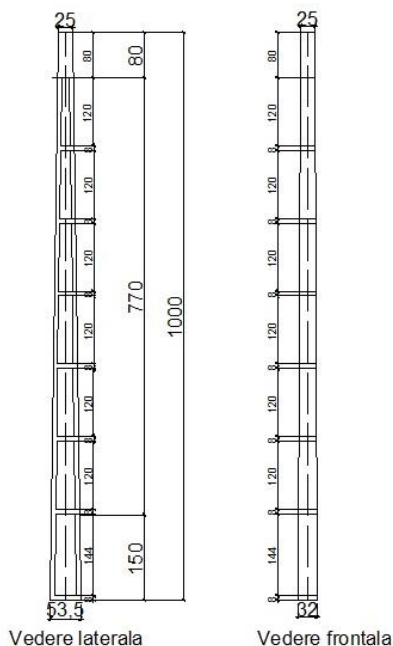


Fig. 1 Stâlp SE 10T

- c. Încărcări excepționale: seism, ruperea conductoarelor în deschideri adiacente, căderi de copaci pe conductoare, gheața, impactul cu autovehicule sau utilaje.

- d. Condiții de montare: încărcări rezultate din prinderea stâlpilor în dispozitivul de ridicare, condiții de transport și depozitare.

4. Programul experimental

Stâlpul este realizat din beton C 40/50, având un volum de $0,81 \text{ m}^3$.

Moment capabil de rezistență la încastrare: $M_{\text{cap}} = 10715 \text{ daN}\cdot\text{m}$.

Moment de exploatare: $M^E = M_{\text{cap}} / n = 8242 \text{ daN}\cdot\text{m}$ ($n \approx 1,3$).

Forța echivalentă de exploatare: $F = M^E / h_1 = 1000 \text{ daN}$.

Schema de încercare

- a. Încercarea la torsiune

Tabelul 1

Încercarea la torsiune a stâlpului	
Moment de torsiune calculat $1533 \text{ daN}\cdot\text{m}$	Forța de tragere calculată 5110 Brațul dispozitivului utilizat $h_d = 0,3 \text{ m}$

- la rupere, forța de tragere, are valoarea:

$$F_r = 220 \text{ bar} \times 43,3 \text{ cm}^2 = 9526 \text{ daN} \quad (1)$$

- momentul de rupere, în funcție de lungimea brațului dispozitivului, a rezultat cu valoarea = $9526 \times 0,30 \text{ daN}\cdot\text{m}$

$$F_{\text{rupere}} \times \text{bra}\u0219 = 2857 \text{ daN}\cdot\text{m} \quad (2)$$



Fig. 2 Utilajul de încercare



Fig. 3 SE10T Ruperea stâlpului la torsiune



Fig. 4 SE10T Ruperea stâlpului la torsiune

Momentul rezultat raportat la momentul de calcul, are următoarea valoare:

$$C_1 = 2857 \text{ daN}\cdot\text{m}/1533 \text{ daN}\cdot\text{m} = 1,86 \quad (3)$$

a. încercarea la încovoiere

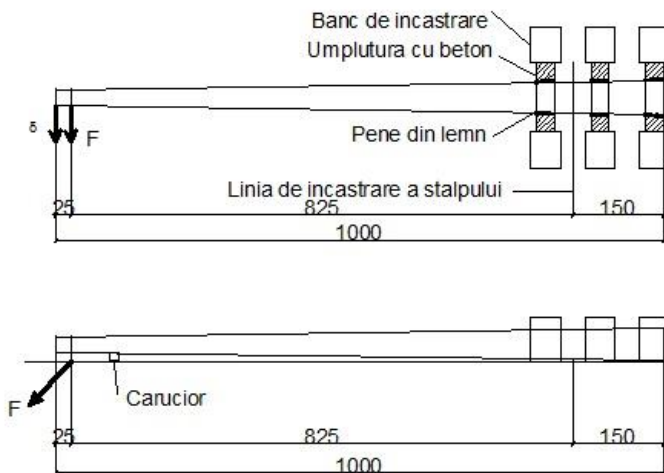


Fig. 5 Schema de încercare la torsiune și încovoiere
b.1 Încercarea la încovoiere a stâlpului pe direcție principală

SCHEMA DE ÎNCERCARE ETAPA I Tabelul 2

Treapta	0,30 F	0,65 F	F
Valoarea (daN)	300	650	1000

SCHEMA DE ÎNCĂRCARE ETAPA II

F fis. (se determ. experim.)	F red.fis. (se deter. experim.)	1,2	1,3 F	1,4	1,6 F	1,8F
		1200	1300	1400	1600	1800

Rezultate experimentale.

ETAPA I Tabelul 3

Treapta de încercare	Forța (daN)	Săgeata (mm)	Fisuri apărute în beton (mm) Nr./ deschiderea max.
0.30F	300	30	-
0.65F	650	55	-
F	1000	80	fără fisuri

ETAPA II

Treapta de încercare	Forța (daN)	Săgeata (mm)	Fisuri apărute în beton (mm) Nr./ deschiderea max.
0.30F	300	25	-
0.65F	650	50	-
F	1000	85	-
1.2F	1200	104	Fără fisuri
1.3F	1300	110	Fără fisuri
1.4F	1400	122	1 / < 0,1
1.6F	1600	145	3 / ≤ 0,2
1.8F	1800	233	14 / ≤ 0,4
F finală la rupere	1855	305	18 Fisuri din care două ≥ 2 mm

Pentru fiecare pas de încărcare durata de păstrare sub sarcină a fost de cinci minute.

Durata încărcării în prima etapa a fost de 15 minute.

La descărcare se procedează similar încărcării, operația realizându-se tot în trepte.

Nu s-au constatat micro fisuri după descărcare.

S-a măsurat o săgeată remanentă de 15 mm, după încetarea încărcării.

Coeficientul de siguranță = forța măsurată/forța de calcul

$$C = 1855 \text{ daN}/1000 \text{ daN} = 1,85 \quad (4)$$

b.2 Încercarea la încovoiere a stâlpului pe direcție secundară

SCHEMA DE ÎNCERCARE ETAPA I

Tabelul 4

Treapta	0,30 F	0,65 F	F
Valoarea (daN)	142	308	475

SCHEMA DE ÎNCĂRCARE ETAPA II

F fis. (se determ. experim.)	F red.fis. (se determ. experim.)	1,2	1,3 F	1,4	1,6 F	1,8F
		570	617	665	760	854

Rezultate experimentale

ETAPA I

Tabelul 5

Treapta de încercare	Forța (daN)	Săgeata (mm)	Fisuri apărute în beton (mm) Nr./ deschiderea max.
0.30F	142	35	-
0.65F	308	65	-
F	475	95	fără fisuri

ETAPA II

Treapta de încercare	Forța (daN)	Săgeata (mm)	Fisuri apărute în beton (mm) Nr./ deschiderea max.
0.30F	142	35	-
0.65F	308	68	-
F	475	102	-
1.2F	570	104	Fără fisuri
1.3F	617	122	Fără fisuri
1.4F	665	135	2 / < 0,1
1.6F	760	150	5 / ≤ 0,2
1.8F	854	242	10 / ≤ 0,4
F finală la rupere	895	285	Fisură ≥ 2 mm

Pentru fiecare pas de încărcare durata de păstrare sub sarcină a fost de cinci minute.

Durata încărcării în prima etapa a fost de 15 minute.

La descărcare se procedează similar încărcării, operația realizându-se în trepte. Nu s-au constatat micro fisuri după descărcare.

S-a măsurat o săgeată remanentă de 15 mm, după încetarea încărcării.

Coeficientul de siguranță = forța măsurată/forța de calcul

$$C = 895 \text{ daN} / 475 \text{ daN} = 1,88 \quad (5)$$



Fig. 6 Pregătirea probei



Fig. 7 Apariția fisurilor



Fig. 8 Stâlpul SE 10 Faza de rupere



Fig. 9 Detaliu de rupere

5. Concluzii

■ Scopul încercărilor este de a determina în laborator sub acțiunea unor încărcări aplicate în trepte, controlat, comportarea reală a unor elemente de rezistență. În funcție de rezultatele experimentale se stabilesc următoarele: materialul utilizat se comportă corespunzător mărcii de beton folosite; forma și dimensiunile stâlpului sunt corespunzătoare și se comportă conform așteptărilor.

■ Fisurile apărute sunt mici în domeniul de lucru, se încadrează în deschiderile normate și nu afectează comportamentul stâlpului în exploatare.

■ Rezultatele încercărilor arată un comportament bun a stâlpilor sub încărcare, cu încadrarea în domeniul proiectat.

BIBLIOGRAFIE

- [1] *** SR 2970 / 2005.
- [2] *** SR EN 12 843 / 2005.
- [3] *** SR EN 13 369 / 2005.
- [4] *** [www.macon.ro/SE 10.pdf](http://www.macon.ro/SE%2010.pdf).

Dr.Ing. Dorina SUCALĂ
Asist. Departamentul de Construcții Civile și Management,
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca,
membru AGIR
e-mail: dsucala@yahoo.com

Ing. Ilie Nicolae SUCALĂ (MSc)
S.E.M.110 kV, UCC, Electrica Distribuție Transilvania Nord,
membru AGIR
e-mail:ilie.sucala@yahoo.com

Dr. ec. Sorina Anamaria CIPLEA
Șef lucrări Departamentul de Construcții Civile și Management,
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca,
membru AGIR
e-mail: ciplea_sorina@yahoo.com