

1. Lj - Ip 8-97

**LINII ELECTRICE AERIENE
DE JOASĂ TENSIUNE
CU CONDUCTOARE IZOLATE TORSADATE**

INDRUMAR DE PROIECTARE ȘI EXECUȚIE

ing. FLOREA TUDOSE

1998

RENEL GTDEE	LINII ELECTRICE AERIENE DE JOASĂ TENSIUNE CU CONDUCTOARE IZOLATE TORSADATE INDRUMAR DE PROIECTARE ȘI EXECUȚIE	1. Lj - Ip 8 - 97
CUPRINS		
1. Date de calcul pentru dimensionarea electrică	<ul style="list-style-type: none"> 1.1. Sarcini electrice de calcul _____ 5 1.2. Determinarea secțiunii economice a conductoarelor _____ 5 1.3. Verificarea încălzirii conductoarelor _____ 8 1.4. Calculul căderilor de tensiune _____ 8 1.5. Condiții privind asigurarea protecției la scurtcircuit _____ 9 1.6. Exemplu de calcul _____ 10 	<ul style="list-style-type: none"> _____ 11 _____ 20 _____ 20 _____ 22 _____ 23 _____ 23 _____ 23 _____ 24 _____ 24 _____ 27 _____ 27 _____ 27 _____ 30 _____ 32 _____ 36 _____ 36 _____ 36 _____ 38 _____ 38 _____ 38 _____ 39
Elaborator: GTDEE Serviciul tehnologii noi	Avizat : GTDEE - Dir. Distribuție cu p.v. nr.....	Ediții anterioare : 1. Lj - Ip 8 - 76 1. Lj - Ip 8 - 86

RENEL GTDEE	LINII ELECTRICE AERIENE DE JOASĂ TENSIUNE CU CONDUCTOARE IZOLATE TORSADATE INDRUMAR DE PROIECTARE ȘI EXECUȚIE	1. Lj - Ip 8 - 97
	4.7. Stâlpi anorați _____	39
	4.8. Fundațiile stâlpilor _____	39
	4.9. Recomandări privind utilizarea stâlpilor _____	40
	4.10. Exemplu de calcul _____	40
	5. Realizarea liniilor electrice aeriene cu conductoare izolate torsadate _____	45
	5.1. Soluții de realizare _____	45
	5.2. Detalii de realizare _____	46
	5.3. Accesorii _____	48
	5.4. Condiții tehnice pentru accesorii _____	49
	6. Linii electrice cu conductoare izolate torsadate cu două circuite _____	71
	6.1. Calculul deschiderilor dintre stâlpi _____	71
	6.2. Stâlpi terminali _____	72
	6.3. Stâlpi de susținere în aliniament _____	72
	6.4. Stâlpi de colț _____	72
	6.5. Stâlpi de întindere _____	73
	6.6. Recomandări privind utilizarea stâlpilor la liniile cu două circuite _____	73
Elaborator: GTDEE Serviciul tehnologii noi	Avizat : GTDEE - Dir. Distribuție cu p.v. nr.....	Ediții anterioare : 1. Lj - Ip 8 - 76 1. Lj - Ip 8 - 86

LINII ELECTRICE AERIENE DE JOASĂ TENSIUNE CU CONDUCTOARE IZOLATE TORSADATE

Proiectare și realizare

Distribuția energiei electrice la joasă tensiune (tensiunea nominală între faze de maxim 1000 V inclusiv) se realizează cu conductoare aeriene sau subterane. Soluția de realizare a liniilor electrice aeriene de joasă tensiune cu conductoare izolate torsadate s-a generalizat, datorită avantajelor multiple pe care le prezintă: siguranță în funcționare, reducerea timpului de întrerupere accidentală, exploatare simplificată, evitarea posibilității de electrocutare, montare în culoare înguste sau pe fațadele clădirilor, tehnologia de execuție simplă, defrișări practic inexistente, posibilitatea montării pe stâlpi comuni ș.a.

Conductoare izolate torsadate se montează pe liniile electrice aeriene de distribuție (cu tensiunea 231/400 V) din zonele rurale și periferii urbane, liniile pentru iluminat public în localități urbane, liniile pentru alimentarea unor mici consumatori (ateliere productive, organizări de șantier ș.a.) și liniile pentru alimentarea consumatorilor izolați sau din zone greu accesibile (la tensiunea de 1 kV)

Soluția de realizare a liniilor aeriene cu conductoare izolate torsadate se aplică în cazul lucrărilor noi, lucrări de reparații capitale sau modernizări, cu respectarea prevederilor din normativul pentru proiectarea și executarea liniilor electrice aeriene, indicativ PE 106.

Lucrarea prezintă metodologia de calcul electric și mecanic a liniilor electrice aeriene de joasă tensiune, precum și detalii de execuție pentru soluțiile cel mai des întâlnite în practică.

Definiții specifice:

- *Fascicul de conductoare izolate torsadate* - ansamblul compus din două până la șase conductoare izolate și răsucite (torsadate) între ele, formând un fascicul. Conductoarele de fază sunt realizate din aluminiu, iar conductorul de nul, din oțel-aluminiu sau aliaj de aluminiu . Izolația este din policlorură de vinil (PVC) sau polietilenă reticulată (PRC)

- *Fascicul întins pe stâlpi* - soluție în care susținerea, întinderea și fixarea fasciculului se face pe stâlpi cu ajutorul unor accesorii specializate. Eforturile mecanice din fascicul sunt preluate de nulul-purtător.

- *Fascicul pozat pe fațadele clădirilor* - soluție în care fasciculul se fixează pe fațadele clădirilor (clădiri aliniate la stradă) cu ajutorul unor accesorii specializate. In acest caz eforturile mecanice din fascicul sunt foarte mici și se pot neglija.

- *Nul purtător* - Conductorul de nul, realizat din oțel-aluminiu sau aliaj de aluminiu, din componența fasciculului, cu secțiunea de 50 mm² pentru toate tipurile de fascicule, care are rol de nul din punct de vedere electric și de preluare a eforturilor mecanice din punct de vedere mecanic.

1. DATE DE CALCUL PENTRU DIMENSIONAREA ELECTRICĂ

Lucrarea prezintă metodologia de calcul pentru dimensionarea din punct de vedere electric a liniilor electrice aeriene de joasă tensiune cu conductoare izolate torsadate.

Pentru dimensionare se parcurg următoarele etape:

- determinarea secțiunii economice a conductoarelor ;
- verificarea încălzirii ;
- calcularea căderilor de tensiune ;
- verificarea protecției la scurtcircuit .

Liniile electrice aeriene de distribuție sunt, de regulă, linii radiale cu ramificații multiple.

Dimensionarea acestor linii se face împărțind linia în noduri și tronsoane, și efectuând calculele pentru fiecare tronson în parte.

Se consideră *nod*, ori ce punct de derivație al rețelei (cu excepția derivațiilor de bransamente monofazate) și punctele terminale. Postul de transformare din care se alimentează linia respectivă se consideră nodul zero.

Tronson este porțiunea din linie dintre două noduri consecutive. Tronsonul poartă numărul nodului din aval. De exemplu: tronsonul cuprins între nodurile 3 și 4 va fi tronsonul 4.

Secțiunea conductoarelor de fază se determină astfel încât, în condiții de funcționare normale, energia electrică să poată fi livrată consumatorilor la parametrii normați. Se urmărește ca prin alegerea corespunzătoare a secțiunii conductoarelor de fază, funcție de sarcinile electrice de calcul și de lungimea liniei, să se asigure căderea de tensiune admisă de STAS 930, iar instalația să corespundă termic și la scurtcircuit.

Dimensionarea secțiunii conductoarelor unei linii electrice aeriene de joasă tensiune se face în baza liniilor directoare și ipotezelor prevăzute în normativele pentru proiectarea rețelelor de distribuție publică, PE 132 și PE 135.

1.1. Sarcini electrice de calcul

a) *Putere instalată* (P_i) a unui consumator, este suma puterilor nominale ale tuturor receptoarelor, fixe sau mobile, instalate la consumatorul respectiv.

b) *Putere de calcul* (P_c) este puterea pentru care se dimensionează elementele rețelei și reprezintă puterea activă simultan absorbită de unul sau mai mulți consumatori, racordați la elementul c rețea considerat.

Puterea de calcul se obține din puterea instalată prin amendare cu un coeficient de utilizare.

Pentru dimensionarea liniilor electrice de distribuție cu tensiunea nominală de 231/400 V valori puterilor de calcul pentru consumatorii casnici din mediul urban sau rural, funcție de varianta de dotare a locuinței și de numărul de camere, sunt prevăzute în normativul PE 132 și prezentate în tabelul 1.1.

c) *Puterea de calcul pentru micii consumatori* (P_{mc}) se determină cu relația :

$$P_{mc} = P_i * k_u \quad (\text{kW})$$

unde P_i este suma puterilor instalate la micul consumator

k_u - coeficientul de utilizare (simultaneitate)

Pentru micii consumatori alimentați din rețeaua de distribuție se vor considera puterile instalate prezentate în chestionarul energetic.

În cazul în care nu se cunosc valorile puterilor instalate și a coeficientului de utilizare corespunzătoare micului consumator, se pot utiliza, pentru calculele de dimensionare, valorile orientative indicate în normativul PE 132.

Tabelul 1.1.

Puterea de calcul pentru consumatorii casnici

Varianta de dotare a locuinței și nr. de camere	Consumatori casnici					
	mediul urban		mediul rural			
	Putere instalată kW	Putere de calcul kW	Putere instalată kW		Putere de calcul kW	
			localitate izolată	localitate dezvoltată	localitate izolată	localitate dezvoltată
P_i	P_c	P_i	P_i	P_c	P_c	
A 1	8	1,6 - 2,0	3	6	0,6 - 0,75	1,2 - 1,5
A 2	10	2,5	3	6	0,6 - 0,75	1,2 - 1,5
B 1	9	1,8 - 2,25	4,5	9	0,9 - 1,1	1,8 - 2,2
B 2	12	3,0	4,5	9	0,9 - 1,1	1,8 - 2,2
C 1	10	2,0 - 2,5	5	10	1,0 - 1,25	2,0 - 2,5
C 2	14	3,5	5	10	1,0 - 1,25	2,2 - 2,5
D 1	12	2,4 - 3,0	-	-	-	-
D 2	18	4,5	-	-	-	-

NOTĂ: Variante de dotare a locuințelor:

A - Locuinte dotate cu receptoare electrocasnice pentru iluminat, conservare hrană, audio-vizual, activități gospodărești, la care încălzirea și apa caldă este asigurată prin termoficare sau centrale termice proprii; pregătirea hranei este asigurată cu gaza la bucătărie.

A1-locuință cu o cameră; **A2**- locuință cu 2+5 camere

B - Locuinte dotate cu receptoare electrocasnice pentru iluminat, conservare hrană, audio-vizual, activități gospodărești și asigurarea apei calde (boilere); încălzirea este asigurată prin termoficare sau centrale termice proprii; pregătirea hranei este asigurată cu gaza la bucătărie.

B1-locuință cu o cameră; **B2**- locuință cu 2+5 camere

C - Locuinte dotate cu receptoare electrocasnice pentru iluminat, conservare hrană, audio-vizual, activități gospodărești, asigurarea apei calde și pregătirea hranei; încălzirea este asigurată prin termoficare sau centrale termice proprii.

C1-locuință cu o cameră; **C2**- locuință cu 2+5 camere

D - Locuinte dotate cu receptoare electrocasnice pentru iluminat, conservare hrană, audio-vizual, activități gospodărești, asigurarea apei calde, pregătirea hranei și încălzire (tot electric)

D1-locuință cu o cameră; **D2**- locuință cu 2+5 camere

d) Puterea de lucru (P_1) este o mărime de calcul specifică fiecărui tronson și se determină cu relația :

$$P_1 = P_c * n * k_s \quad (\text{kW})$$

unde P_c este puterea de calcul a unui consumator casnic (kW)

n - numărul consumatorilor casnici de același tip racordați pe tronsonul respectiv

k_s - coeficientul de simultaneitate corespunzător numărului de consumatori de pe tronson.

Coeficientul de simultaneitate este prezentat în tabelul 1.2. conform normativului PE 132.

Tabelul 1.2.

Coeficienți de simultaneitate

Numărul de consumatori casnici	Coeficienți de simultaneitate	
	localități urbane	localități rurale
2 - 3	0,65	0,52
4 - 9	0,60	0,49
10 - 20	0,51	0,45
21 - 30	0,40	0,35
31 - 40	0,37	0,29
41 - 50	0,36	0,28
51 - 60	0,36	0,28
61 - 75	0,35	0,27
76 - 100	0,34	0,26
> 100	0,33	0,25

e) *Recomandări privind determinarea sarcinilor electrice de calcul*

- în cazul în care pe un tronson sunt consumatori casnici de mai multe tipuri, se calculează puterea de lucru pentru fiecare categorie și se face suma lor.

- pentru locuințele cu mai mult de cinci camere, puterea de calcul se va determina conform chestionarului energetic;

- pentru momentele electrice produse de doi sau mai mulți consumatori cu factori de putere diferiți, se reține în calcule factorul de putere cel mai mic. Acesta conduce la aproximări a calculelor căderilor de tensiune acceptabile (de ordinul sutimilor de volt);

- pentru micii consumatori care au puteri instalate mai mari de 25 kW se recomandă realizarea unei plecări separate din postul de transformare, pentru a nu altera calitatea energiei la ceilalți consumatori;

- pentru clădirile cu mai multe etaje, în afara sarcinilor electrice pentru apartamente se va adăuga și sarcinile consumatorilor din spațiile comune : subsol, scări, pod, uscătorii, ascensor ș.a.

- secțiunile conductoarelor pentru alimentarea iluminatului public se determină considerând puterea de calcul obținută din înmulțirea numărului lămpilor cu puterea unei lămpi; momentul electric se determină ca pentru consumatori uniform distribuiți.

1.2. Determinarea secțiunii economice a conductoarelor

a) Secțiunea economică (S_{ec}) a liniilor electrice se verifică conform normativului PE 135, cu relația :

$$S_{ec} = \frac{I_{me}}{J_{ec}} \quad (\text{mm}^2)$$

unde I_{me} este sarcina maximă echivalentă în regim normal de funcționare (A)
 J_{ec} - densitatea economică (A/mm²)

b) Sarcina maximă echivalentă de calcul (I_{me}) se determină cu relația :

$$I_{me} = \sqrt{\frac{\sum I_i^2 * L_i}{L_t}} \quad (\text{A})$$

unde I_i este intensitatea curentului de calcul pe tronsonul (i) (A)
 L_i - lungimile tronsoanelor (i) (m)
 L_t - lungimea totală a tronsoanelor considerate (m)

c) Densitatea economică (J_{ec}) se determină funcție de durata de utilizare a puterii maxime (T_{um}).

Pentru liniile de distribuție destinate consumatorilor casnici, densitatea economică funcție de durata de utilizare a puterii maxime, este prezentată în tabelul 1.3., conform normativului PE 135.

Tabelul 1.3.

Densitatea economică de curent

	Durata de utilizare a puterii maxime T_{um} (ore/an)							
	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000
LEA j.t. cu cond. izolate torsadate	0,83	0,73	0,65	0,58	0,52	0,47	0,42	0,38

1.3. Verificarea încălzirii conductoarelor

Încălzirea conductoarelor se verifică prin compararea intensității curentului de calcul pentru care se dimensionează conductorul, cu intensitatea maximă admisibilă.

Intensitatea curentului de calcul se determină cu relația :

$$I_c = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi} \quad (\text{A})$$

unde P este puterea de lucru pe primul tronson de la postul de transformare (W)
 U - tensiunea nominală (V)

Intensitatea curentului de calcul trebuie să fie mai mică, cel mult egală cu intensitatea maxim admisibilă a conductorului din primul tronson al plecării.

1.4. Calculul căderilor de tensiune

a) *Căderea de tensiune* (a) pe un tronson al liniei se determină prin raportarea momentului electric pe tronsonul respectiv, la momentul electric corespunzător căderii de tensiune de 1% ($M1\%$)

b) *Momentul electric* (M) este o mărime de calcul specifică unui tronson și se obține din produsul dintre puterea de lucru și lungimea tronsonului sau circuitului.

$$M = P_1 * L \quad (\text{kWkm})$$

Momentul electric se determină pentru fiecare tronson în parte:

⇒ pentru consumatori casnici uniform distribuiți de-a lungul tronsonului :

$$M = P_1 * L / 2 \quad (\text{kWkm})$$

⇒ pentru consumatori concentrați la capătul îndepărtat al tronsonului :

$$M = P_{mc} * L \quad (\text{kWkm})$$

unde P_{mc} este suma puterilor tuturor consumatorilor concentrați la capătul tronsonului.

⇒ pentru un circuit (tronson) pe care sunt și consumatori uniform distribuiți și consumatori concentrați la capăt :

$$M = P_1 * L / 2 + P_{mc} * L \quad (\text{kWkm})$$

c) *Momentul electric* ($M 1\%$) corespunzător unei căderi de tensiune $a = 1\%$ se calculează funcție de tensiunea nominală, tipul conductoarelor și factorul de putere :

$$M = \frac{U^2}{r + x * \text{tg } \varphi} * 10^{-5} \quad (\text{kWkm})$$

unde U este tensiunea nominală (V)

r - rezistența specifică a conductoarelor de fază - tabelul 1.4. (Ω/km)

x - impedanța specifică a conductoarelor de fază - tabelul 1.4. (Ω/km)

$\text{tg } \varphi$ - termen derivat din factorul de putere

Tabelul 1.4.

Caracteristicile electrice
ale conductoarelor izolate torsadate

Secțiunea conductoarelor	Rezistența specifică	Reactanța specifică	Intensitatea maxim admisibilă
S (mm^2)	r (Ω/km)	x (Ω/km)	I_{max} (A)
16 Al	1,802	0,098	75
25 Al	1,181	0,097	97
35 Al	0,833	0,089	119
50 Al	0,579	0,086	141
70 Al	0,437	0,084	180
95 Al	0,308	0,082	210

50 Al R = 0,579
70 Al R = 0,437

$I_{\text{max}} = 200 \text{ A}$
250 Al.

$M\% = 2,456$
3,303

1,827 pt
50 Al

2,259
3,352

4,606

1.5. Condiții privind asigurarea protecției la scurtcircuit

Determinarea valorilor curenților de scurtcircuit în liniile electrice aeriene de joasă tensiune se face conform normativului PE 134/2 și îndrumarului 1 RE Ip 45 - 90 .

În vederea asigurării protecției la scurtcircuit, plecările liniei din postul de transformare se protejează cu întreruptoare sau siguranțe fuzibile. Curentul nominal al întreruptorului sau siguranței se alege pe baza curentului maxim de sarcină , adoptându-se valoarea standardizată imediat superioară.

Întreruptorul sau siguranța astfel aleasă asigură condiția de deconectare a liniei, în cazul unui scurtcircuit monofazat la capătul plecării , dacă lungimea liniei nu depășește 600 metri. În cazul liniilor aeriene la care lungimea este mai mare de 600 metri, urmează să se monteze o cutie de secționare, prevăzută cu siguranțe fuzibile. Patronul siguranțelor din cutia de secționare se dimensionează funcție de curentul de sarcină al consumatorilor din aval, dar trebuie să fie cu cel puțin două trepte de curent mai mici decât siguranțele sau întreruptorul din cutia de distribuție a postului de transformare, corespunzător plecării respective.

$$I_{\text{sect}} \approx 3 * I_{\text{nod}} \quad (\text{A})$$

unde I_{nod} este curentul de calcul din nodul în care se montează cutie de secționare.

Se recomandă să se monteze cutii de secționare și în următoarele noduri ale liniei : pe axul liniei la schimbarea secțiunii conductoarelor, la derivații cu schimbare de secțiune, la derivațiile pentru micii consumatori trifazați.

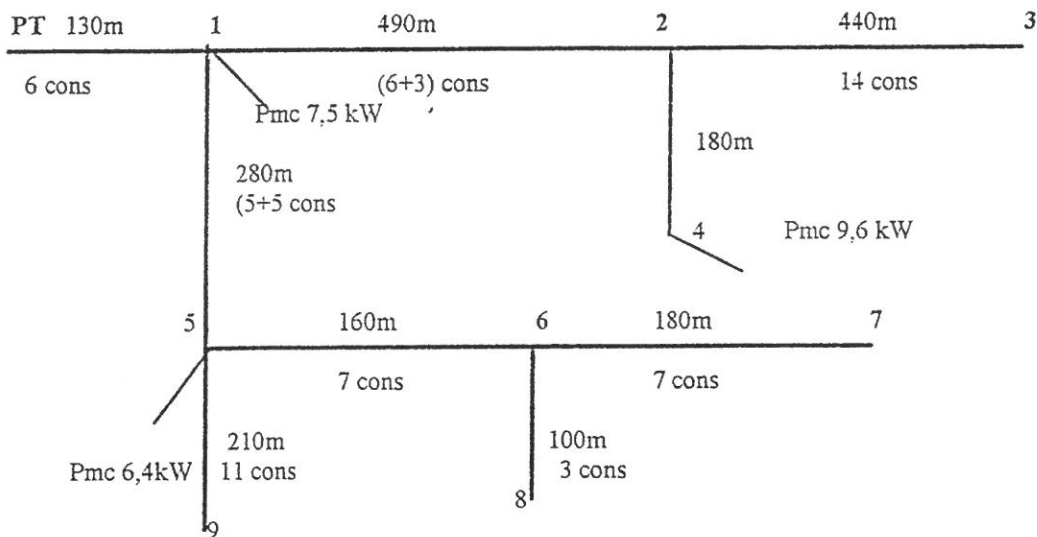
ATENȚIE ! Nu se montează siguranță pe nul !

Dimensionarea din punct de vedere electric a liniilor electrice aeriene de joasă tensiune cu conductoare izolate torsadate se recomandă să se facă utilizând programul de calcul DIM ELEC , program care lucrează sub WINDOWS - EXCEL .

1.6. Exemplet de calcul

Dimensionarea din punct de vedere electric a liniei electrice aeriene de joasă tensiune cu conductoare izolate torsadate, dintr-o localitate rurală dezvoltată. Schema electrică este prezentată în figură.

Schema electrică



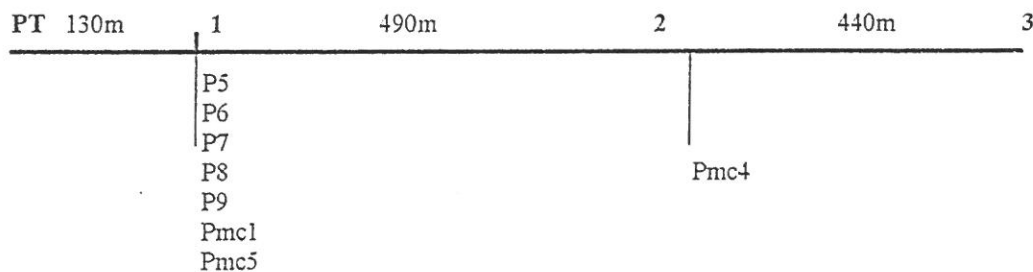
Consumatorii și puterile de calcul:

Tronsonul / nodul	Lungime tronson L (km)	Nr. și tip consum		Putere de calcul P_c (kW)		Mic consum P_{mc} (kW)	Factor de putere $\cos \varphi$
		A	B	A	B		
Tronsonul 1	0,13	6	-	1,5	-	7,5	0,90
Tronsonul 2	0,49	6	3	1,5	2,2	-	0,90
Tronsonul 3	0,44	14		1,5	-	-	0,95
Tronsonul 4	0,18	-	-	-	-	9,6	0,80
Tronsonul 5	0,28	5	2	1,5	2,2	6,4	0,85
Tronsonul 6	0,16	7	-	1,5	-	-	0,95
Tronsonul 7	0,18	8	-	1,5	-	-	0,95
Tronsonul 8	0,10	3	-	1,5	-	-	0,95
Tronsonul 9	0,21	11	-	1,5	-	-	0,95

1. Calculul puterilor de lucru pe fiecare tronson

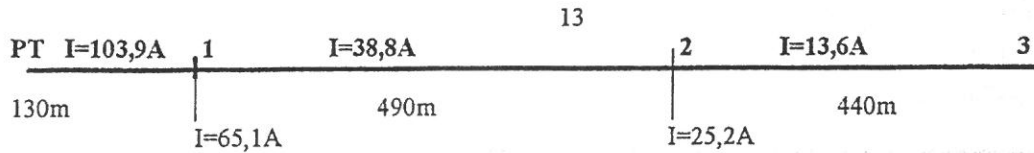
Tronsonul / nodul	Coeficient de simultaneitate		Puterea de lucru pe tronson P_i (kW)
	A	B	
Tronsonul 1	0,49	-	$P_1 = 6 * 1,5 * 0,49 = 4,41$ kW $P_{mc1} = 7,5$ kW
Tronsonul 2	0,49	0,52	$P_2 = 6 * 1,5 * 0,49 + 3 * 2,2 * 0,52 = 7,84$ kW
Tronsonul 3	0,45	-	$P_3 = 14 * 1,5 * 0,45 = 9,45$ kW
Tronsonul 4	-	-	$P_{mc4} = 9,6$ kW
Tronsonul 5	0,49	0,52	$P_5 = 5 * 1,5 * 0,49 + 2 * 2,2 * 0,52 = 5,96$ kW $P_{mc5} = 6,4$ kW
Tronsonul 6	0,59	-	$P_6 = 7 * 1,5 * 0,49 = 5,15$ kW
Tronsonul 7	0,49	-	$P_7 = 8 * 1,5 * 0,49 = 5,88$ kW
Tronsonul 8	0,52	-	$P_8 = 3 * 1,5 * 0,52 = 2,34$ kW
Tronsonul 9	0,45	-	$P_9 = 11 * 1,5 * 0,45 = 7,43$ kW

2.a. Puterea și curenții de calcul în noduri (pe schema radiară simplificată) pentru tronsoanele 1,2,3 :



Nodul	P (kW)	I (A)
1	$P_1 + P_{mc1} = 4,41 + 7,5 = 11,91$ kW $P_5 + P_6 + P_7 + P_8 + P_9 + P_{mc5} =$ $= 5,96 + 5,15 + 5,88 + 2,34 + 7,43 + 6,4 = 33,16$ kW $P_2 + P_3 + P_{mc4} = 7,84 + 9,45 + 9,6 = 26,89$ kW Total nod 1 = 71,96 kW	103,9
2	$P_2 = 7,84$ kW $P_3 + P_{mc4} = 9,45 + 9,6 = 19,05$ kW Total nod 2 = 26,89 kW	38,8
3	$P_3 = 9,45$ kW	13,6

$U = 400V$



3. a) Sarcina maximă echivalentă de calcul pe tronsoanele 1,2 și 3 .

$$I_{me} = \sqrt{(103,9^2 \cdot 0,13 + 38,8^2 \cdot 0,49 + 13,6^2 \cdot 0,44)} / 1,06 = 45,8 \text{ A}$$

Determinarea secțiunii economice : $S_{ec} = I_{me} / J_{ec}$

$J_{ec} = 0,73 \text{ A/mm}^2$ corespunzător unei durate de utilizare a puterii maxime de 2000 ore/an

$$S_{ec} = 45,8 / 0,73 = 62,7 \text{ mm}^2$$

Se adoptă, pentru tronsonul 1 secțiunea economică de 70 mm^2 .

b) Sarcina maximă echivalentă de calcul pe tronsoanele 2 și 3 .

$$I_{me} = \sqrt{(38,8^2 \cdot 0,49 + 13,6^2 \cdot 0,44)} / 0,93 = 29,7 \text{ A}$$

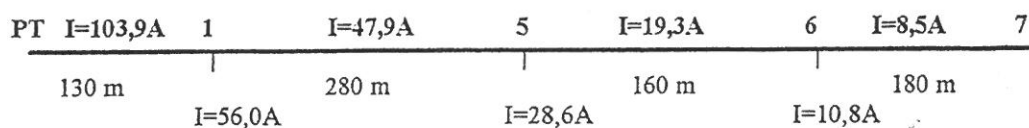
$$S_{ec} = 29,7 / 0,73 = 40,7 \text{ mm}^2$$

Se adoptă, pentru tronsonul 2 secțiunea economică de 50 mm^2 .

2.b. Puterea și curenții de calcul în noduri (pe schema radiară simplificată) pentru tronsoanele 1,5,6,7 :

Sarcina maximă echivalentă de calcul pe tronsoanele 5,6 și 7 .

Nodul	P (kW)	I (A)
5	P5+ Pmc=5,96+6,4=12,36 kW P6+P7+P8=5,15+5,88+2,34=13,37 kW P9 =7,43 kW Total nod 5 = 33,16 kW	47,9
6	P6=5,15 kW P7=5,88 kW P8=2,34 kW Total nod 6 = 13,37 kW	19,3
7	P7=5,88 kW	8,5



$$I_{mc} = \sqrt{(47,9^2 \cdot 0,28 + 19,3^2 \cdot 0,16 + 8,5^2 \cdot 0,18) / 0,62} = 33,9 \text{ A}$$

$$S_{cc} = 33,9 / 0,73 = 46,5 \text{ mm}^2$$

Se adoptă, pentru tronsonul 5 secțiunea economică de 50 mm².

$$I_{mc} = \sqrt{(19,3^2 \cdot 0,16 + 8,5^2 \cdot 0,18) / 0,34} = 14,6 \text{ A}$$

$$S_{cc} = 14,6 / 0,73 = 20 \text{ mm}^2$$

Se adoptă, pentru tronsonul 6 și pentru 7,8,și 9 secțiunea economică de 35 mm².

4. Calculul momentelor electrice pe tronsoane :

<u>Tronsonul 3</u> $M3 = 0,44 \cdot 9,45 / 2 = 2,08 \text{ kWkm}$	<table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">0,44 km</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">—————</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: right;">P3=9,45 kW</td> </tr> </table>	2	0,44 km	3	—————					P3=9,45 kW
2	0,44 km	3								
—————										
		P3=9,45 kW								

<u>Tronsonul 4</u> $M4 = 0,18 \cdot 9,6 = 1,73 \text{ kWkm}$	<table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">0,18 km</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">—————</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: right;">P4=0</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: right;">P_{mc4} = 9,6 kW</td> </tr> </table>	2	0,18 km	4	—————					P4=0			P _{mc4} = 9,6 kW
2	0,18 km	4											
—————													
		P4=0											
		P _{mc4} = 9,6 kW											

<u>Tronsonul 2</u> $M2 = 0,49 \cdot 7,84 / 2 +$ $0,49 \cdot 9,45 +$ $0,49 \cdot 9,6 = 11,26 \text{ kWkm}$	<table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">0,49 km</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">—————</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: right;">P2=7,84 kW</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: right;">P3=9,45 kW</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: right;">P_{mc4} = 9,6 kW</td> </tr> </table>	1	0,49 km	2	—————					P2=7,84 kW			P3=9,45 kW			P _{mc4} = 9,6 kW
1	0,49 km	2														
—————																
		P2=7,84 kW														
		P3=9,45 kW														
		P _{mc4} = 9,6 kW														

<u>Tronsonul 1</u> $M1 = 0,13 \cdot 4,41 / 2 +$ $0,13 \cdot 7,50 +$ $0,13 \cdot 7,84 +$ $0,13 \cdot 9,45 +$ $0,13 \cdot 9,60 +$ $0,13 \cdot 6,40 +$ $0,13 \cdot 5,96 +$ $0,13 \cdot 5,15 +$ $0,13 \cdot 5,88 +$ $0,13 \cdot 2,34 +$ $0,13 \cdot 7,43 = 9,07 \text{ kWkm}$	<table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">PT</td> <td style="text-align: center;">0,13 km</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">—————</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: right;">P1=4,41 kW</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: right;">P_{mc1} = 7,5 kW</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: right;">P2=7,84 kW</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: right;">P3=9,45 kW</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: right;">P_{mc4} = 9,6 kW</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: right;">P_{mc5} = 6,4 kW</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: right;">P5= 5,96 kW</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: right;">P6= 5,15 kW</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: right;">P7= 5,88 kW</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: right;">P8= 2,34 kW</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: right;">P9=7,43 kW</td> </tr> </table>	PT	0,13 km	1	—————					P1=4,41 kW			P _{mc1} = 7,5 kW			P2=7,84 kW			P3=9,45 kW			P _{mc4} = 9,6 kW			P _{mc5} = 6,4 kW			P5= 5,96 kW			P6= 5,15 kW			P7= 5,88 kW			P8= 2,34 kW			P9=7,43 kW
PT	0,13 km	1																																						
—————																																								
		P1=4,41 kW																																						
		P _{mc1} = 7,5 kW																																						
		P2=7,84 kW																																						
		P3=9,45 kW																																						
		P _{mc4} = 9,6 kW																																						
		P _{mc5} = 6,4 kW																																						
		P5= 5,96 kW																																						
		P6= 5,15 kW																																						
		P7= 5,88 kW																																						
		P8= 2,34 kW																																						
		P9=7,43 kW																																						

Tronsonul 7
 $M7=0,18*5,88/2= 0,53 \text{ kWkm}$

6 0,18 km 7
 $P7=5,88 \text{ kW}$

Tronsonul 8
 $M8=0,10*2,34/2= 0,12 \text{ kWkm}$

6 0,1 km 8
 $P8=2,34 \text{ kW}$

Tronsonul 6
 $M6=0,16*5,15/2+$
 $0,16*5,88+$
 $0,16*2,34= 1,60 \text{ kWkm}$

5 0,16 km 6
 $P6=5,15 \text{ kW}$
 $P7=5,88 \text{ kW}$
 $P8=2,34 \text{ kW}$

Tronsonul 9
 $M9=0,21*7,43/2= 0,78 \text{ kWkm}$

5 0,21 km 9
 $P9=7,43 \text{ kW}$

Tronsonul 5
 $M2=0,28*5,96/2+$
 $0,28*6,40+$
 $0,28*5,15+$
 $0,28*5,88+$
 $0,28*2,34+$
 $0,28*7,43= 8,45 \text{ kWkm}$

1 0,28 km 5
 $P5=5,96 \text{ kW}$
 $P_{mc5}=6,4 \text{ kW}$
 $P6=5,15 \text{ kW}$
 $P7=5,88 \text{ kW}$
 $P8=2,34 \text{ kW}$
 $P9=7,43 \text{ kW}$

Tronsonul 1
 $M1=0,13*4,41/2 +$
 $0,13*7,50+$
 $0,13*7,84+$
 $0,13*9,45+$
 $0,13*9,60+$
 $0,13*6,40+$
 $0,13*5,96+$
 $0,13*5,15+$
 $0,13*5,88+$
 $0,13*2,34+$
 $0,13*7,43 = 9,07 \text{ kWkm}$

PT 0,13 km 1
 $P1=4,41 \text{ kW}$
 $P_{mc1}=7,5 \text{ kW}$
 $P2=7,84 \text{ kW}$
 $P3=9,45 \text{ kW}$
 $P_{mc4}= 9,6 \text{ kW}$
 $P_{mc5}= 6,4 \text{ kW}$
 $P5= 5,96 \text{ kW}$
 $P6= 5,15 \text{ kW}$
 $P7= 5,88 \text{ kW}$
 $P8= 2,34 \text{ kW}$
 $P9=7,43 \text{ kW}$

5. Calculul momentului electric M 1% pe tronsoane :

$$M1\% = \frac{U^2 * 10^{-5}}{(r + x * \operatorname{tg} \varphi)} \quad (\text{kWkm})$$

Tronson	cos φ	Secțiunea mm ²	M 1% (kWkm)	M (kWkm)	Căderea de tensiune (a) (%)
1	0,90	70	3,36	9,07	2,70
2	0,90	50	2,59	11,26	4,35
3	0,95	35	1,86	2,08	1,12
4	0,80	35	1,12	1,73	1,54
5	0,85	50	2,55	8,45	3,32
6	0,95	35	1,86	1,76	0,93
7	0,95	35	1,86	0,53	0,28
8	0,95	35	1,86	0,12	0,06
9	0,95	35	1,86	0,78	0,42

6. Căderea de tensiune se obține din relația :

$$a = \frac{M}{M1\%} \quad (\%)$$

Căderile de tensiune (cumulate) în noduri :

Nodul	a (%)	Nodul	a(%)
1	2,70	1	2,70
2	7,05	5	6,01
3	8,17	6	6,94
4	8,59	7	7,23
		8	7,00
		9	6,43

8. Verificarea încălzirii conductoarelor :

Pentru tronsonul 1 care este cel mai solicitat termic, având curentul cel mai mare :

$$\text{Tronsonul 1 : } I = 103,9 \text{ A} < I_{m.ad.} (70 \text{ mm}^2) = 180 \text{ A}$$

9. Verificarea protecției la scurtcircuit :

Plecarea din postul de transformare se protejează cu siguranțe fuzibile sau întreruptor. Curentul nominal al fuzibilelor, sau curentul nominal al întreruptorului trebuie să fie de 160 A, corespunzător secțiunii conductoarelor - 70 mm².

Deoarece lungimile de la post la punctele terminale ale liniei, nodurile 3, 4, 7, 8, 9 depășesc lungimile recomandate pentru protecția la scurt circuit, este necesar să se monteze cutii de secționare în nodurile 2 (distanța de la PT până în nodul 2 este de 620 m) și în nodul 6 (distanța de la PT până în nodul 6 este de 570 m).

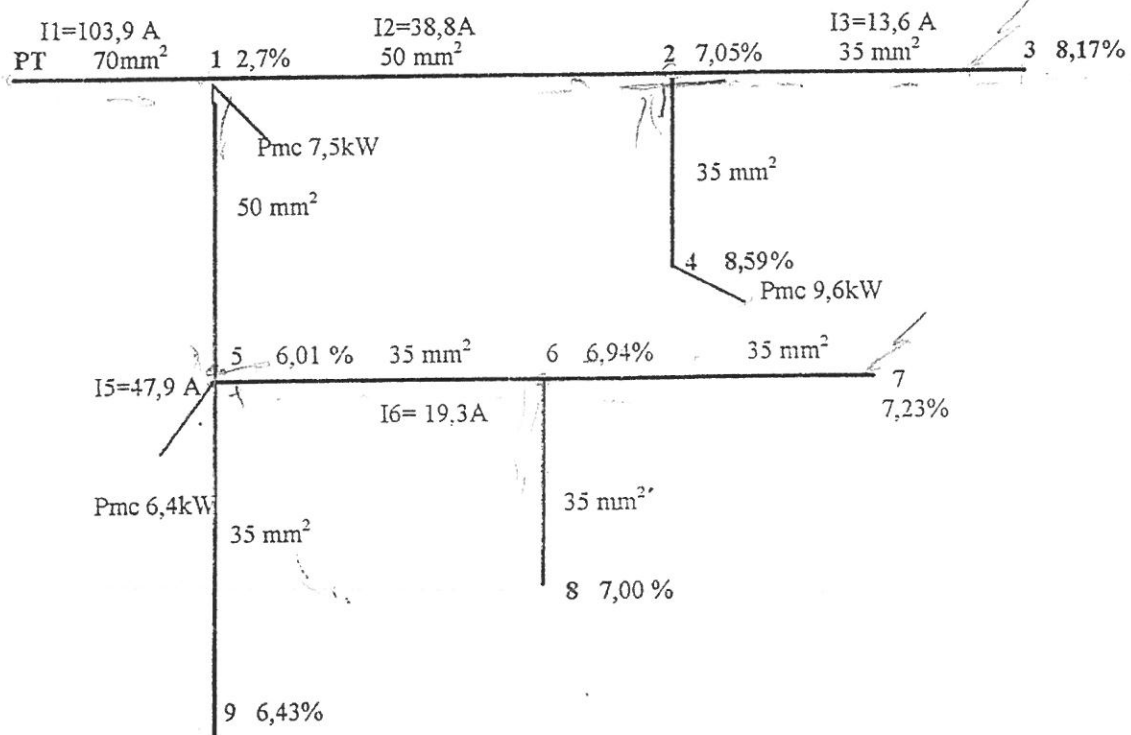
Curenții nominali ai fuzibilelor din cutia de secționare din nodul 2 vor fi :

$$I_{\text{sect}} < 3 * I_{\text{nod } 2} = 3 * 38,8 \text{ A} \Rightarrow 100 \text{ A.}$$

Curenții nominali ai fuzibilelor din cutia de secționare din nodul 6 vor fi :

$$I_{\text{sect}} < 3 * I_{\text{nod } 6} = 3 * 19,3 \text{ A} \Rightarrow 80 \text{ A.}$$

10. *Concluzii* : Linia se realizează cu fascicul TYIR 50+3x70+2x16 pe tronsonul 1, cu fascicul TYIR 50+3x50+2x16 pe tronsoanele 2 și 5, iar pe celelalte tronsoane cu fascicul TYIR 50+3x35+16. Se montează cutii de secționare în nodurile 2 și 6.



LINEIE ELECTRICĂ AERIANĂ de JOASĂ TENSIUNE
CONDUCTOARE IZOLATE TORSADATE

21.Jul.98

Denumirea liniei **Exemplul de calcul**

Calculul secțiunilor economice [1]

Așezare trons.	1	5	6	7
	2	9	8	
	3			
	4			

Tronson		1	5	6	7							Total
Lung. tronson	Km	0,13	0,28	0,16	0,18	0	0	0	0	0	0	0,75
Puteri în nod	kW	71,96	33,15	13,37	5,88							
Curent în nod	A	103,9	47,9	19,3	8,5							
Secțiunea	mm ²	70	50	35	35							

Calculul căderilor de tensiune pe tronsoane

Tronson		1	5	6	7						
cos ϕ		0,93	0,94	0,96	0,88						
M1%	kWkm	3,36	2,59	1,86	1,81						
Moment electr	kWkm	9,07	8,45	1,73	0,53						
Căd. de tens.	%	2,70	3,27	0,93	0,29						
Căd tens sumată	%	2,70	5,96	6,89	7,18						

Calculul secțiunilor economice [2]

Așezare trons.	1	2	3
	5	4	
	6		
	7		
	8		
	9		

Tronson		1	2	3								Total
Lung. tronson	Km	0,13	0,49	0,44	0	0	0	0	0	0	0	1,06
Puteri în nod	kW	71,96	26,89	9,45								
Curent în nod	A	103,9	38,8	13,6								
Secțiunea	mm ²	70	50	35								

Calculul căderilor de tensiune pe tronsoane

Tronson		1	2	3							
cos ϕ		0,93	0,94	0,96							
M1%	kWkm	3,36	2,59	1,86							
Moment electr	kWkm	9,07	11,26	2,08							
Căd. de tens.	%	2,70	4,35	1,12							
Căd tens sumată	%	2,70	7,05	8,17							

LINIE ELECTRICĂ AERIANĂ de JOASĂ TENSIUNE
CONDUCTOARE IZOLATE TORSADATE

21.Jul.98

Exemplul de calcul

3

Denumirea liniei
Tip localitate

1 - loc. din mediul urban 2 - loc. din mediul rural - sat izolat 3 - loc. din mediul rural - sat dezvoltat

Puteri de calcul
consumatori tip

Pc	A - iluminat și utilizări casnice	B - idem A și asigurarea apei calde	C - idem B și gătit electric	D - idem C și încălzit electric
1,5				
2,2				
2,5				
3,5				

Tronson	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	TOTAL
Lungime L	Km	0,13	0,49	0,44	0,18	0,16	0,18	0,1	0,21							2,17
Nr. consum casnici	A	6	6	14		5	8	3	11							60
	B		3		2											5
	C															0
	D															0
Pc / trons	kW	4,41	7,84	9,45		5,96	5,15	5,88	2,34	7,43						
P mic cons	kW	7,5			9,6	6,4										
Pc total / tronson	kW	11,91	7,84	9,45	9,60	12,36	5,15	5,88	2,34	7,43						

2. DATE DE CALCUL PENTRU DIMENSIONAREA MECANICĂ

2.1. Date meteorologice

2.1.1. Liniile electrice aeriene de joasă tensiune cu conductoare izolate torsadate trebuie să fie dimensionate din punct de vedere mecanic astfel încât să suporte eforturile mecanice care acționează asupra lor, eforturi datorate acțiunii factorilor meteorologici specifici zonei țării noastre.

La proiectarea liniilor electrice aeriene se ține seama de intensitatea și frecvența principalilor factori climato-meteorologici : temperatura aerului, viteza vântului, depuneri de chiciură.

Din acest punct de vedere teritoriul țării noastre se împarte în cinci zone meteorologice , conform STAS 10.101/20 - 90, zone prezentate în figura 2.1:

A : Ardeal și Subcarpați meridionali ;

B : Moldova și Muntenia ;

C : Moldova de nord-est, litoralul Mării Negre , o zonă din centrul Munteniei și sudul Caraș-Severinului ;

D și E : Zone de munte, cu altitudini de peste 800 m și condiții deosebite de vânt și depuneri de chiciură .

Valorile factorilor meteorologici : temperatura aerului, presiunea dinamică dată de vânt, grosimea stratului de chiciură și coeficienții de corecție funcție de tipul de amplasament, conform normativului PE 106 - 95 , sunt prezentate în tabelele 2.1, 2.2 și 2.3.

Liniile electrice aeriene de joasă tensiune pot fi realizate în următoarele zone de amplasament:

* *Amplasament I* - zonele deschise (câmpii, dealuri domoale, litoralul mării sau marginea lacurilor), precum și amplasamente din zone construite cu obstacole cu înălțimi mai mici de 10 m .

* *Amplasament II* - zone din interiorul localităților (cu excepția centrelor marilor orașe), alte amplasamente similare acoperite uniform cu obstacole cu înălțimi de peste 10 m (de exemplu : zone cu masive forestiere ș.a.).

* *Amplasament III* - zone din centrele marilor orașe, cu clădiri dens construite, majoritatea clădirilor având înălțimi de 30 m sau mai mari .

Tabelul 2.1.

Valorile temperaturii aerului

Zona meteorologică	Temperatura aerului (°C)			
	maximă	minimă	medie	de formare a chiciurei
Toată țara	40	- 30	15	- 5
Zone cu altitudini peste 800 m.	40	- 30	10	- 5

Tabelul 2.2.

Presiunea dinamică dată de vânt

Zona meteorologică	Presiunea dinamică de bază(daN/m ²)		Grosimea stratului de chiciură normată (mm)
	Vânt maxim fără chiciură	Vânt simultan cu chiciură	
	$P_{v,max}$	P_{v+ch}	b_{ch}
A	30	12	16
B	42	15	22
C	55	17	22
D și E	-	-	-

Notă: Pentru zonele D și E se vor cere date de la Institutul Național de Meteorologie .

Tabelul 2.3.

Coeficienții de corecție a vitezei vântului și grosimii stratului de chiciură

		Tip amplasament		
		I	II	III
Coeficientul de corecție a vitezei vântului	β_v	1,5	1,0	0,4
Coeficientul de corecție a grosimii stratului de chiciură	β_{ch}	1,0	0,6	0,4

2.1.2. Calculele de dimensionare a elementelor componente a liniilor cu conductoare izolate torsadate se efectuează conform prevederilor din normativul PE 106 - 95, luându-se în considerare următoarele grupări ale factorilor meteorologici (ipoteze de dimensionare) :

- Temperatură minimă* : temperatura minimă, vântul și chiciura lipsesc ;
- Temperatură medie* : temperatura medie , vântul și chiciura lipsesc ;
- Temperatură medie și vânt* : temperatura medie , viteza vântului de 10 m/s, chiciura lipsește ;
- Vânt maxim* : temperatura medie , viteza maximă a vântului, chiciura lipsește;
- Temperatură maximă* : temperatura maximă , vântul și chiciura lipsesc ;
- Încărcare cu chiciură* : temperatura de formare a chiciurei și depuneri de chiciură pe elementele liniei, vântul lipsește ;
- Vânt simultan cu chiciură* : temperatura de formare a chiciurei și depuneri de chiciură pe elementele liniei, vânt simultan cu chiciura ;

In baza datelor climato-meteorologice prezentate mai sus, se determină valorile *încărcărilor normate și de calcul*, care servesc la determinarea tracțiunilor și săgeților (conform cap.3) și a domeniilor de utilizare a stâlpilor (conform cap. 4).

2.2. Incărcări unitare normate

2.2.1. Greutatea fascicului de conductoare :

$$g_{1n} = g_f \quad (\text{daN/m})$$

în care g_f este greutatea unui metru de fascicul (daN/m)

2.2.2. Greutatea depunerii de chiciură pe fascicul :

$$g_{2n} = \pi * b * (b + d_e) * \gamma_{ch} * 10^{-3} \quad (\text{daN/m})$$

în care : b este grosimea statului de chiciură : $b = \beta_{ch} * b_{ch}$ (mm)

β_{ch} - coeficientul de corecție a grosimii chiciurei

b_{ch} - grosimea normată a stratului de chiciură (mm)

d_e - diametrul echivalent al fascicului (mm) - vezi cap. 3.

γ_{ch} - densitatea chiciurei (se recomandă $\gamma_{ch} = 0,75 \text{ daN/dm}^3$)

2.2.3. Greutatea fascicului acoperit cu chiciură :

$$g_{3n} = g_{1n} + g_{2n} \quad (\text{daN/m})$$

$$g_{3n} = g_f + \pi * b * (b + d_e) * \gamma_{ch} * 10^{-3} \quad (\text{daN/m})$$

2.2.4. Incărcarea dată de vânt maxim pe fascicul

$$g_{4n} = C_{te} * \beta_v * p_{v,max} * d_e * 10^{-3} \quad (\text{daN/m})$$

în care C_{te} este coeficientul aerodinamic al fascicului,

$$C_{te} = 1,1 \text{ pentru fascicule cu } d_e > 20 \text{ mm,}$$

$$C_{te} = 1,2 \text{ pentru fascicule cu } d_e \leq 20 \text{ mm,}$$

β_v - coeficientul de corecție a vitezei vântului,

$p_{v,max}$ - presiunea dinamică dată de vânt maxim, (daN/m²)

d_e - diametrul echivalent al fascicului. (mm)

2.2.5. Incărcarea dată de vânt pe fascicul acoperit cu chiciură :

$$g_{5n} = C_{te} * \beta_v * p_{v+ch} * (d_e + 2b) * 10^{-3} \quad (\text{daN/m})$$

în care C_{te} este coeficientul aerodinamic al fascicului acoperit cu chiciură : $C_{te} = 1,2$

β_v - coeficientul de corecție a vitezei vântului,

p_{v+ch} - presiunea dinamică dată de vânt simultan cu chiciură, (daN/m²)

d_e - diametrul echivalent al fascicului. (mm)

b este grosimea statului de chiciură : $b = \beta_{ch} * b_{ch}$ (mm)

2.2.6. Incărcarea totală pe fascicul , în ipoteza vânt maxim :

$$g_{6n} = \sqrt{g_{1n}^2 + g_{4n}^2}$$

2.2.7. Incărcarea totală pe fascicul , în ipoteza vânt simultan cu chiciură :

$$g_{7n} = \sqrt{g_{3n}^2 + g_{5n}^2}$$

2.3. Încărcări unitare de calcul

2.3.1. Greutatea unitară a fasciculului :

$$g_{1c} = 1,1 \cdot g_{1n}$$

2.3.2. Greutatea depunerii de chiciură pe fascicul :

$$g_{2c} = 1,8 \cdot g_{2n}$$

2.3.3. Greutatea fasciculului acoperit cu chiciură :

$$g_{3c} = g_{1c} + g_{2c}$$

2.3.4. Încărcarea dată de vânt maxim pe fascicul :

$$g_{4c} = 1,3 \cdot g_{4n} \quad (*)$$

*) pt. zonele D și E
coef. e de 1,5.

2.3.5. Încărcarea dată de vânt pe fascicul acoperit cu chiciură :

$$g_{5c} = 1,3 \cdot g_{5n} \quad (*)$$

2.3.6. Încărcarea totală pe fascicul . în ipoteza vânt maxim :

$$g_{6c} = \sqrt{g_{1c}^2 + g_{4c}^2}$$

2.3.7. Încărcarea totală pe fascicul . în ipoteza vânt simultan cu chiciură :

$$g_{7c} = \sqrt{g_{3c}^2 + g_{5c}^2}$$

c) Notă : Pentru zonele meteorologice D și E coeficientul este 1,5.

2.4. Încărcări specifice normate și de calcul :

Încărcările specifice normate ($\gamma_{1n} \div \gamma_{7n}$) și de calcul ($\gamma_{1c} \div \gamma_{7c}$) se obțin din încărcările unitare prin împărțire la secțiunea reală a nului purtător.

2.5. Încărcări orizontale de calcul :

Încărcările orizontale de calcul sunt datorate acțiunii factorilor meteorologici asupra fasciculului de conductoare și asupra stâlpilor. Efectul factorilor meteorologici asupra accesoriilor este mic și poate fi neglijat.

2.5.1. Încărcări orizontale de calcul pe conductoare :

a) ipoteza vânt maxim : $F = g_{4c} \cdot a_v \cdot \sin^2 \varphi$ (daN)

b) ipoteza vânt simultan cu chiciură : $F = g_{5c} \cdot a_v \cdot \sin^2 \varphi$ (daN)

în care g_{4c} este încărcarea de calcul dată de vânt maxim,
 g_{5c} - încărcarea de calcul dată de vânt simultan cu chiciură,
 a_v - deschiderea dintre stâlpi corespunzătoare încărcărilor date de vânt,
 φ - unghiul dintre direcția vântului și axul liniei.

2.5.2 Încărcări orizontale de calcul pe stâlpi :

a) ipoteza *vânt maxim* : $V = 1,3 * C_{ts} * \beta_v * p_{v,max} * A_{st}$ (daN)

b) ipoteza *vânt simultan cu chiciură* : $V = 1,3 * C_{ts} * \beta_v * p_{v+ch} * A_{st} * k_{st}$ (daN)

în care C_{ts} este coeficientul aerodinamic al stâlpului ,

$$C_{ts} = 0,7 \text{ pentru stâlpi cu secțiune circulară}$$

$$C_{ts} = 2,0 \text{ pentru stâlpi cu suprafețe plane}$$

β_v - coeficientul de corecție a vitezei vântului,

$p_{v,max}$ - presiunea dinamică dată de vânt maxim, (daN/m²)

p_{v+ch} - presiunea dinamică dată de vânt simultan cu chiciură, (daN/m²)

A_{st} - suprafața stâlpului expusă vântului (m²),

k_{st} - coeficientul de majorare a suprafeței stâlpului datorită depunerilor de chiciură
(numai pentru stâlpii cu alveole - $k_{st} = 1,5$)

2.6. Încărcări verticale de calcul

2.6.1. Încărcări verticale de calcul datorate conductoarelor :

a) ipoteza *temperatură medie* : $G = g_{1c} * a_g$ (daN)

b) ipoteza *chiciură* : $G = g_{3c} * a_g$ (daN)

în care g_{1c} este încărcarea de calcul datorată greutateii fascicului

g_{3c} - încărcarea datorată greutateii fascicului cu chiciură

a_g - deschiderea dintre stâlpi la încărcări verticale (corespunzătoare greutateii fascicului)

2.6.2. Încărcări verticale de calcul datorate greutateii stâlpului:

a) ipoteza *temperatură medie* : $G_{st,c} = 1,1 * G_{st}$ (daN)

b) ipoteza *chiciură* : $G_{st,c} = 1,3 * G_{st} * k_g$ (daN)

în care G_{st} este greutatea stâlpului (daN),

k_g - coeficientul de majorare a greutateii stâlpului datorită depunerilor de chiciură

$$k_g = 1,1$$

2.7. Exemplu de calcul

Determinarea încărcărilor pentru un fascicul de conductoare izolate torsadate TYIR 50+3x70+2x16, zona meteorologică B, zona de amplasament II.

1. Caracteristicile fascicului :

- diametrul echivalent : $d_e = 39,3$ mm (vezi modul de calcul la cap. 3.)
- secțiunea reală a nului purtător : $S_r = 56,3$ mm²
- greutate fascicul : $G_f = 1,495$ daN/mm²

2. Date meteorologice :

- presiune dinamică dată de vânt maxim : $p_{v,max} = 42$ daN/m²
- presiune dinamică dată de vânt simultan cu chiciură : $p_{v+ch} = 15$ daN/m²
- grosimea stratului de chiciură : $b_{ch} = 22$ mm
- coeficient de corecție a vitezei vântului : $\beta_v = 1,0$
- coeficient de corecție a grosimii stratului de chiciură : $\beta_{ch} = 0,6$

3. Calculul încărcărilor normate :

$$g_{1n} = 1,495 \text{ daN/m}$$

$$g_{2n} = 3,14 * 13,2 * (13,2 + 39,2) * 0,75 * 10^{-5} = 1,6328 \text{ daNm}$$

$$g_{3n} = 1,495 + 1,6328 = 3,1278 \text{ daNm}$$

$$g_{4n} = 1,1 * 1,0 * 42 * 39,3 * 10^{-3} = 1,8157 \text{ daNm}$$

$$g_{5n} = 1,2 * 1,0 * 15 * (39,3 + 2 * 13,2) * 10^{-3} = 1,1826 \text{ daNm}$$

$$g_{6n} = \sqrt{1,495^2 + 1,8157^2} = 2,3519 \text{ daNm}$$

$$g_{7n} = \sqrt{3,1278^2 + 1,084^2} = 3,3439 \text{ daNm}$$

3. Calculul încărcărilor de calcul :

$$g_{1c} = 1,1 * 1,495 = 1,6445 \text{ daNm}$$

$$g_{2c} = 1,8 * 1,6328 = 2,9391 \text{ daNm}$$

$$g_{3c} = 1,6445 + 2,9391 = 4,5836 \text{ daNm}$$

$$g_{4c} = 1,3 * 1,8157 = 2,3604 \text{ daNm}$$

$$g_{5c} = 1,3 * 1,1826 = 1,5374 \text{ daNm}$$

$$g_{6c} = \sqrt{1,6445^2 + 2,3604^2} = 2,8767 \text{ daNm}$$

$$g_{7c} = \sqrt{4,5836^2 + 1,5374^2} = 4,8346 \text{ daNm}$$

4. Calculul încărcărilor specifice normate și de calcul :

$$\gamma_{1n} = 0,02655 \text{ daN/m.mm}^2$$

$$\gamma_{2n} = 0,02900 \text{ daN/m.mm}^2$$

$$\gamma_{3n} = 0,05556 \text{ daN/m.mm}^2$$

$$\gamma_{4n} = 0,03225 \text{ daN/m.mm}^2$$

$$\gamma_{5n} = 0,02100 \text{ daN/m.mm}^2$$

$$\gamma_{6n} = 0,04177 \text{ daN/m.mm}^2$$

$$\gamma_{7n} = 0,05939 \text{ daN/m.mm}^2$$

$$\gamma_{1c} = 0,02921 \text{ daN/m.mm}^2$$

$$\gamma_{2c} = 0,05220 \text{ daN/m.mm}^2$$

$$\gamma_{3c} = 0,08141 \text{ daN/m.mm}^2$$

$$\gamma_{4c} = 0,04192 \text{ daN/m.mm}^2$$

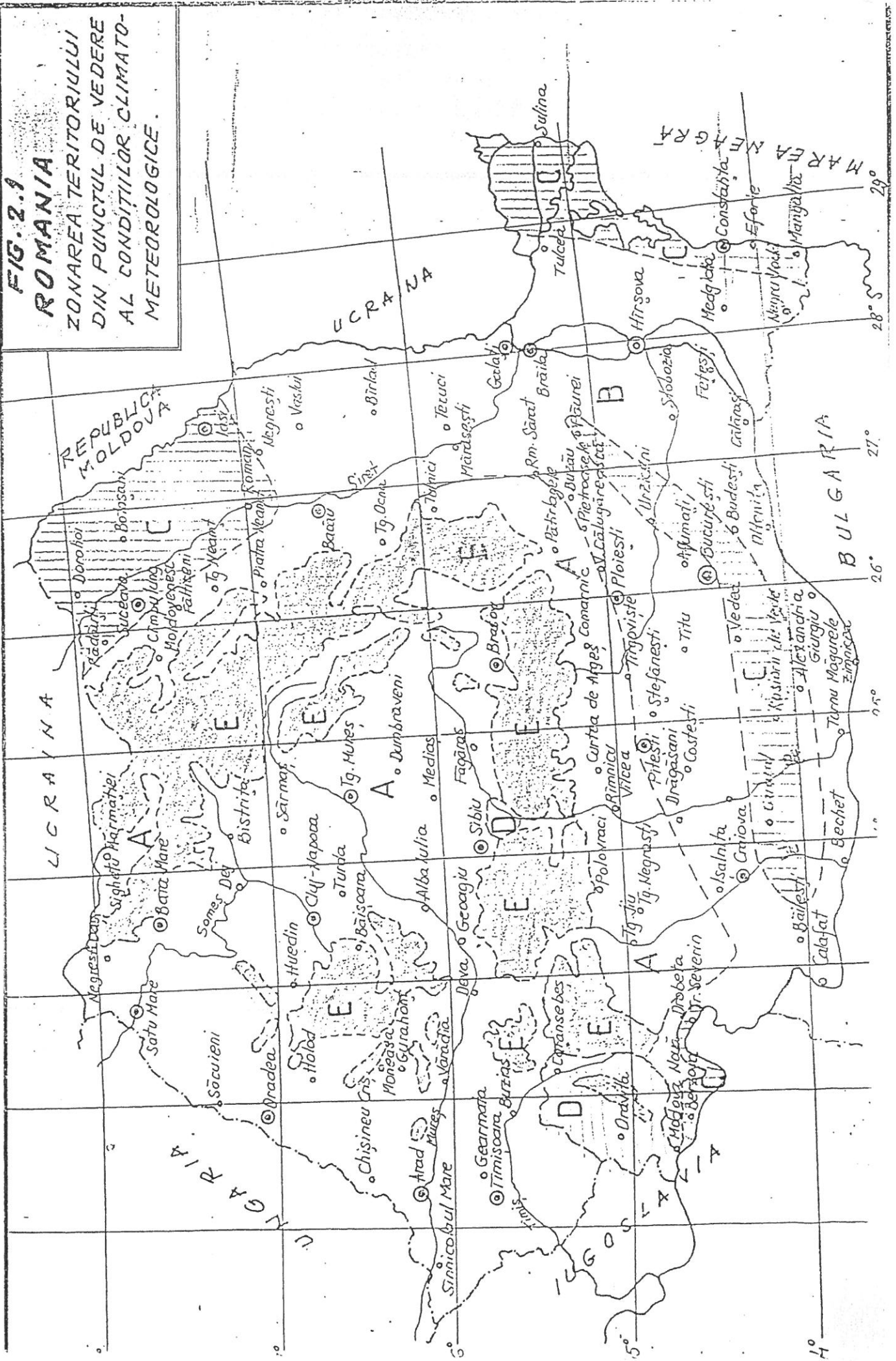
$$\gamma_{5c} = 0,02731 \text{ daN/m.mm}^2$$

$$\gamma_{6c} = 0,05110 \text{ daN/m.mm}^2$$

$$\gamma_{7c} = 0,08587 \text{ daN/m.mm}^2$$

FIG. 2.1

ROMANIA
ZONAREA TERITORIULUI
DIN PUNCTUL DE VEDERE
AL CONDIȚIILOR CLIMATO-
METEOROLOGICE.



3. FASCICULE DE CONDUCTOARE IZOLATE TORSADATE

3.1. Introducere

Pentru realizarea liniilor electrice aeriene de joasă tensiune (tensiunea nominală de max. 1000 V inclusiv) se folosesc fascicule de conductoare izolate torsadate.

Un fascicul este compus dintr-un conductor din oțel-aluminiu sau aliaj de aluminiu cu rol de *nul purtător*, trei conductoare din aluminiu - *conductoare de fază* - pentru alimentarea consumatorilor casnici și unul, două sau trei *conductoare pentru iluminatul public*. Toate conductoarele sunt izolate și răsucite (torsadate) într-un fascicul.

Izolația conductoarelor este realizată din materiile plastice (policlorură de vinil, polietilenă reticulată ș.a.) rezistente la intemperii și cu întârziere la propagarea flăcării.

Fasciculele de conductoare izolate torsadate se simbolizează cu litere și cifre:

T - fascicul de conductoare torsadate

Y - Izolație din PVC

I - rezistent la intemperii

R - rezistent la ardere

50 AlO1 - secțiunea și materialul nulului purtător

3x50 Al - numărul, secțiunea și materialul conductoarelor de fază pentru alimentări casnice

1x16 Al - numărul, secțiunea și materialul conductoarelor pentru iluminat public

Fascicule de conductoare izolate se utilizează în următoarele condiții de mediu :

- temperatura ambiantă: $-30\text{ }^{\circ}\text{C} \dots +40\text{ }^{\circ}\text{C}$;

- altitudine : maxim 1000 m;

- medii normale, cu grad de poluare I, II și III, definite conform PE 109, în aer liber, sub acțiunea razelor de soare, intemperii, variații de temperatură, umiditatea relativă a aerului 100 %.

Pentru identificare, conductoarele fasciculului se marchează prin imprimare pe izolație, în relief, pe toată lungimea lor, la intervale de cca. 1 m :

ZERO , marca fabricii și anul de fabricație - pentru nulul purtător. Suplimentar, nulul purtător este prevăzut cu dungă longitudinală în relief, pe izolație, pe toată lungimea.

UNU, DOI, TREI - pentru conductoarele de fază ;

IP1, IP2 - pentru conductoarele de iluminat public.

3.2. Dimensionarea mecanică a fasciculelor

Calculul mecanic al conductoarelor se efectuează după *metoda la stări limită*, în care rezistențele de calcul sunt stabilite în procente din rezistența de rupere calculată (P_r) a conductorului nul purtător.

Prin calcul se urmărește ca rezistența mecanică de calcul să nu fie depășită cu mai mult de 5%, în punctele de prindere ale conductorului în cleme, la diferite ipoteze de încărcare.

Calculul de dimensionare mecanică a fasciculului se face considerând că eforturile mecanice suportate de conductorul din oțel-aluminiu, nulul purtător, conductor în jurul căruia sunt răsucite conductoarele de fază. În conductoarele de fază se presupune că nu apar eforturi mecanice.

Rezistența de rupere calculată a nului purtător este :

$$P_{rc} = 0,95 * \sigma_r / S_r \quad (\text{da N/mm}^2)$$

în care σ_r este rezistența de rupere a conductorului 50 OIAI

S_r - secțiunea reală a conductorului 50 OIAI

Starea de dimensionare

Se verifică următoarele ipoteze de dimensionare :

1) **vânt simultan cu chiciură** - valoarea maximă a rezistenței de calcul va fi: $\kappa_1 * P_{rc}$

2) **temperatură minimă** - valoarea maximă a rezistenței de calcul va fi: $\kappa_2 * P_{rc}$

3) **temperatură medie** - valoarea maximă a rezistenței de calcul va fi: $\kappa_3 * P_{rc}$

în care κ_1 , κ_2 și κ_3 sunt coeficienții parțiali de siguranță.

Coeficienții parțiali de siguranță au următoarele valori maxime :

$$\kappa_1 = 0,7 ; \kappa_2 = 0,5 \text{ și } \kappa_3 = 0,25.$$

Pentru efectuarea ușoară a calculelor se fac următoarele notații :

- tracțiuni specifice normate : $P_1 = \kappa_1 * P_{rc}$; $P_2 = \kappa_2 * P_{rc}$ și $P_3 = \kappa_3 * P_{rc}$

- temperaturi corespunzătoare ipotezelor de dimensionare :

$$T_1 = -5^\circ\text{C} ; T_2 = -30^\circ\text{C} \text{ și } T_3 = +15^\circ\text{C}$$

Deschiderile critice, necesare pentru stabilirea ipotezei de dimensionare, se determină cu relațiile

$$A_{cr(1;2)} = \frac{\sqrt{\frac{24 * [P_1 - P_2 + \alpha * E * (T_1 - T_2)] / E}{\frac{\gamma_{7c}^2}{P_1^2} - \frac{\gamma_{1c}^2}{P_2^2}}}}{\sqrt{\frac{\gamma_{7c}^2}{P_1^2} - \frac{\gamma_{1c}^2}{P_2^2}}}$$

$$A_{cr(1;3)} = \frac{\sqrt{\frac{24 * [P_1 - P_3 + \alpha * E * (T_1 - T_3)] / E}{\frac{\gamma_{7c}^2}{P_1^2} - \frac{\gamma_{1c}^2}{P_3^2}}}}{\sqrt{\frac{\gamma_{7c}^2}{P_1^2} - \frac{\gamma_{1c}^2}{P_3^2}}}$$

$$A_{cr(2;3)} = \frac{\sqrt{\frac{24 * [P_2 - P_3 + \alpha * E * (T_2 - T_3)] / E}{\frac{\gamma_{1c}^2}{P_2^2} - \frac{\gamma_{1c}^2}{P_3^2}}}}{\sqrt{\frac{\gamma_{1c}^2}{P_2^2} - \frac{\gamma_{1c}^2}{P_3^2}}}$$

unde P_1 ; P_2 ; P_3 sunt tracțiunile specifice normate în ipotezele considerate mai sus;

T_1 ; T_2 ; T_3 - temperaturile în ipotezele considerate mai sus;

E - modulul de elasticitate al conductorului nul purtător

α - coeficientul de dilatare termică

γ_{1c} ; γ_{7c} - încărcări specifice de calcul

Sarcina relativă și sarcina relativă critică :

$$q = \gamma_{7c} / \gamma_{1c} \quad q_{cr} = \frac{P_1}{P_2} \sqrt{\frac{\alpha * E * A + B}{\alpha * E * (T_3 - T_2) + P_3 - P_2}}$$

$$\text{unde } A = T_3 - T_1 + P_2 * (T_1 - T_2) / P_3 \\ B = P_3 - P_1 + (P_2 / P_3)^2 * (P_1 - P_2)$$

Deschiderea medie se determină cu relația :

$$a_m = \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum a_i}} \quad (\text{m})$$

unde a_i sunt deschiderile din panoul considerat .

Prin compararea valorii sarcinii relative (q) cu sarcina relativă critică (q_{cr}) și a deschiderii medii (a) cu deschiderile critice (A_{cr}) în tabelul nr.3.1, se stabilește ipoteza de dimensionare pentru calculul tracțiunii și săgeților.

Tabelul 3.1.
Stabilirea ipotezei de dimensionare

Sarcina relativă	Deschiderea medie		Dimensionează		
			P_d	T_d	
$q > q_{cr}$	$a_m < A_{cr}(1;2)$		P_2	-30	
	$a_m > A_{cr}(1;2)$		P_1	-5	
$q < q_{cr}$ sau q_{cr} - imag	$a_m < A_{cr}(1;2)$	$A_{cr}(2;3)$ - imaginar		P_3	+15
		$A_{cr}(2;3) > 0$	$a_m < A_{cr}(2;3)$	P_2	-30
	$a_m > A_{cr}(2;3)$		P_3	+15	
	$a_m > A_{cr}(1;2)$	$A_{cr}(1;3)$ - imaginar		P_3	+15
$A_{cr}(1;3) > 0$		$a_m < A_{cr}(1;3)$	P_3	+15	
			$a_m > A_{cr}(1;3)$	P_1	-5

Tracțiunea specifică orizontală de calcul (P_o) determină din relația :

$$P_o^2 * (h^2 / a^2 + 2) - P_o * (2 * P_d - h * \gamma_c) + a^2 * \gamma_c^2 / 4 = 0$$

în care P_d este tracțiunea în ipoteza care dimensionează (daN/mm^2)

h - denivelarea între punctele de prindere a fasciculului (m)

a_m - deschiderea (m)

γ_c - încărcarea specifică de calcul în ipoteza care dimensionează (daN/m.mm^2)

Denivelarea h între punctele de prindere a fasciculului se ia în calcul în cazurile în care acea este mai mare de 10 % din deschiderea panoului.

Pentru denivelarea $h = 0$, relația devine :

$$8 * P_o^2 - 8 * P_o * P_d + a^2 * \gamma_c^2 = 0$$

Ecuatia de stare. Pentru determinarea tracțiunii la diferite temperaturi este necesară rezolvarea ecuației de stare a fasciculului. Pornind de la ipoteza de dimensionare, caracterizată prin mărimile : tracțiune specifică orizontală de calcul (P_o) și temperatură (T_d) se calculează tracțiunea specifică (P) la temperatura (T) dorită.

$$P - \frac{a_m^2 * \gamma_n^2 * E}{24 * P^2} = P_o - \frac{a_m^2 * \gamma_c^2 * E}{24 * P_o^2} - \alpha * E * (T - T_d)$$

unde P este tracțiunea specifică orizontală normată care se calculează (daN/mm^2)

P_o - tracțiunea specifică orizontală de calcul (daN/mm^2)

a_m - deschiderea medie (m)

γ_n - încărcarea specifică normată în ipoteza la care se calculează (daN/m.mm^2)

γ_c - încărcarea specifică de calcul în ipoteza de dimensionare (daN/m.mm^2)

α - coeficientul de dilatare

E - modul de elasticitate

T - temperatura la care se calculează

T_d - temperatura în ipoteza de dimensionare

Prin rezolvarea ecuației de stare se determină tracțiunile specifice la diferite temperaturi

Săgeata maximă se determină în ipoteza temperatură maximă sau ipoteza încărcare cu chiciură :

$$f_{\max} = \frac{a^2 * \gamma_n}{8 * P} \quad (\text{m})$$

unde a este deschiderea reală (m)

γ_n - încărcarea normată la ipoteza considerată (daN/m.mm^2)

P - tracțiunea determinată corespunzătoare ipotezei considerate (daN/mm^2)

3.3. Recomandări privind calcule de dimensionare a fasciculului :

Calculul tracțiunilor și săgeților se face după metoda la stări limită, pornind de la datele indicate în normativul PE 106, conform algoritmului de calcul prezentat mai sus.

Coeficienții parțiali de siguranță care se vor lua în calcul, nu vor depăși valorile normate impuse de normativul PE 106-95 : $\kappa_1 = 0,70$, $\kappa_2 = 0,50$ și $\kappa_3 = 0,18$.

Se recomandă valorile maxime de 0,67, 0,44 respectiv 0,18 pentru a se ține seama de faptul că conductorul nulpurtător este bimetalic (modulele de elasticitate și coeficienții de dilatare termină sunt diferiți pentru oțel sau aluminiu).

Eforturile care apar în conductor nu trebuie să fie mai mari decât eforturile admise de celelalte elemente (stâlpi, armături, clemă de tracțiune ș.a.). În cazul în care eforturile în conductor sunt mai mari, se recurge la micșorarea tracțiunii în conductor, prin alegerea unor coeficienți parțiali de siguranță mai mici.

Tracțiunea în conductor se poate micșora până la valori care realizează condițiile de respectare gabaritelor și distanțelor de apropiere.

În cazul concret, al liniilor electrice cu conductoare izolate torsadate, se pornește de la condiția ca tracțiunea în conductorul nul-purtător să nu depășească valoarea rezistenței admisibile a clemei de întindere rețea și armăturilor corespunzătoare montării acestora pe stâlp (750 daN - vezi capitolul 5). În consecință se vor alege valorile coeficienților parțiali de siguranță astfel încât tracțiunea în nului purtător, în condiția de încărcare maximă, să nu depășească această valoare.

Tipurile de fascicule cele mai uzuale, recomandate a fi utilizate pentru realizarea liniilor de joasă tensiune, sunt prezentate în tabelul 3.2. iar caracteristicile constructive ale conductoarelor componente, în tabelul 3.3. Se admite și folosirea altor tipuri de fascicule, din gama de fascicule omologate cu producătorii.

Tabelul 3.2.

FASCICULE DE CONDUCTOARE IZOLATE TORSADATE
- fascicule cele mai utilizate -

Tipul fasciculului	Diametrul echivalent al fasciculului d_e (mm)	Greutatea fasciculului G_f (daN)
TYIR 50 OIAI + 3x35 Al + 16 Al	30,9	0,955
TYIR 50 OIAI + 3x50 Al + 16 Al	35,7	1,151
TYIR 50 OIAI + 3x70 Al + 2x16 Al	39,3	1,495
TYIR 50 OIAI + 3x95 Al + 2x16 Al	44,1	1,980

Diametrul echivalent al fasciculului este o mărime de calcul care se determină cu relația :

$$d_e = d_f \cdot \left(1 + 2 \cdot \sqrt{\frac{d_f^2}{d_f^2 + d_n^2 + 2 d_f d_n}} \right) \quad (\text{mm})$$

unde d_f este diametrul exterior nominal a conductoarelor de fază (mm)

d_n - diametrul exterior nominal al conductorului nul purtător (mm)

Diametrul conductoarelor pentru iluminatul public este mic în comparație cu diametrul conductoarelor de fază sau de nul și nu participă la calculul diametrului echivalent al fasciculului, ele ocupând poziții în spațiile libere dintre celelalte conductoare.

Tabelul 3.3.

DIMENSIUNI CONSTRUCTIVE ALE CONDUCTOARELOR IZOLATE

Secțiunea nominală S (mm ²)	Numărul de fire și diametrul firului (nr. x mm)	Grosimea izolației δ (mm)	Diametrul exterior nominal d (mm)	Greutatea G (daN/m)
Conductoare din aluminiu , STAS 3033 , izolate cu PVC				
16	7 x 1,7	1,8	8,7	0,09
25	7 x 2,1	1,8	9,9	0,104
35	7 x 2,5	1,8	11,1	0,157
50	19 x 1,8	2,0	13,0	0,222
70	19 x 2,1	2,0	14,5	0,307
95	19 x 2,5	2,0	16,5	0,468
Conductor din OIAI STAS 3000 izolat cu PVC				
- forța de rupere $\sigma_r = 1669,8$ daN - secțiune reală $S_r = 56,3$ mm ² - modul de elasticitate $E = 7503$ daN/mm ² - coeficient de dilatare termică $\alpha = 19 \cdot 10^{-5}$ 1/°C				
50	1x3,3 OI + 6x3,2 Al	2,0	13,6	0,395

3.4. Exemplu de calcul

Calculul tracțiunilor și săgeților într-un panou de 166m, cu 5 deschideri (28; 35; 33; 36 și 34 m pentru fasciculul de conductoare izolate torsadate TYIR 50+3x70+2x16 mm², în zona meteorologică B, amplasament II.

1. Tracțiuni specifice de calcul :

- ipoteza încărcare maximă : $p_{-5-ch+v} = P_1 = 0,67 * P_{rc} = 18,878$ daN/mm²
- ipoteza temperatură minimă : $p_{min} = P_2 = 0,44 * P_{rc} = 12,397$ daN/mm²
- ipoteza temperatura medie : $p_{med} = P_3 = 0,18 * P_{rc} = 5,072$ daN/mm²

2. Calculul deschiderilor critice :

$$A_{cr}(1;2) = \frac{\sqrt{\frac{24}{7503} * [18,878 - 12,397 + 1,9 * 10^{-5} * 7503 * (-5 - (-30))]}{\frac{0,085872^2}{18,878^2} - \frac{0,02921^2}{12,397^2}}} = 46,07 \text{ m}$$

$$A_{cr}(1,3) = \frac{\sqrt{\frac{1}{24 \cdot 7503} [18,878 - 5,072 + 1,9 \cdot 10^{-5} \cdot 7503 \cdot (-5 - (+15))]} \cdot \sqrt{\frac{0,085872^2}{18,878^2} - \frac{0,02921^2}{5,072^2}}}{\sqrt{\frac{0,085872^2}{18,878^2} - \frac{0,02921^2}{5,072^2}}} = \text{imag.}$$

$$A_{cr}(2,3) = \frac{\sqrt{\frac{1}{24 \cdot 7503} [12,397 - 5,072 + 1,9 \cdot 10^{-5} \cdot 7503 \cdot (-30 - (+15))]} \cdot \sqrt{\frac{0,02921^2}{12,397^2} - \frac{0,02911^2}{5,072^2}}}{\sqrt{\frac{0,02921^2}{12,397^2} - \frac{0,02911^2}{5,072^2}}} = \text{imag.}$$

3. Sarcina relativă : $q = \gamma_{7C} / \gamma_{1C} = 0,085872 / 0,02921 = 2,94$

4. Sarcina relativă critică : $q_{cr} = \frac{P_1}{P_2} \cdot \frac{\sqrt{\alpha \cdot E \cdot A + B}}{\sqrt{\alpha \cdot E \cdot (T_3 - T_2) + P_3 - P_2}}$

$$A = T_3 - T_1 + (P_2 / P_3) \cdot (T_1 - T_2) = 15 - (-5) + (12,394 / 5,063) \cdot [-5 - (-30)] = 81,14$$

$$B = P_3 - P_1 + (P_2 / P_3)^2 \cdot (P_1 - P_2) = 5,063 - 18,88 + (12,394 / 5,063)^2 \cdot (18,88 - 12,394) = 24,95$$

$$q_{cr} = \frac{18,878}{12,3947} \cdot \frac{\sqrt{1,9 \cdot 10^{-5} \cdot 7503 \cdot 81,14 + 24,95}}{\sqrt{1,9 \cdot 10^{-5} \cdot 7503 \cdot (15 - (-30)) + 5,072 - 12,397}} = \text{imag.}$$

5. Stabilirea ipotezei de dimensionare.

Analiza acestor date, conform tabelului pentru stabilirea ipotezei de dimensionare, conduce la concluzia că dimensionează ipoteza temperatura medie :

$$P_d = 5,072 \text{ daN/mm}^2 \text{ și } T_d = +15^\circ \text{ C}$$

6. Tracțiunea orizontală (denivelarea $h = 0$)

$$8 \cdot P_o^2 - 8 \cdot P_o \cdot P_d + a^2 \cdot \gamma_{1C}^2 = 0$$

$$8 \cdot P_o^2 - 8 \cdot P_o \cdot 5,072 + 33,5^2 \cdot 0,02921^2 = 0$$

$$P_o = 5,048 \text{ daN/mm}^2$$

7. Deschiderea medie : $a_m = \frac{\sqrt{28^3 + 35^3 + 33^3 + 36^3 + 34^3}}{\sqrt{28 + 35 + 33 + 36 + 34}} = 33,5 \text{ m}$

8. Ecuatia de stare

$$P \frac{a^2 * \gamma_n^2 * E}{24 * P^2} = P_0 \frac{a^2 * \gamma_d^2 * E}{24 * P_0^2} - \alpha * E * (T - T_d)$$

9. Tracțiunea la temperatura de 15°C :

$$P(15^\circ) \frac{33,5^2 * 26,554^2 * 10^{-6} * 7503}{24 * P(15^\circ)^2} = 5,048 \frac{33,5^2 * 29,21^2 * 10^{-6} * 7503}{24 * 5,048^2}$$

$$P(15^\circ) = 4,67 \text{ daN/mm}^2$$

10. Săgeata fascicului la 15° C , pentru deschiderea de 30 m.

$$f = \frac{a^2 * \gamma_{ln}}{8 * P(15^\circ)} = \frac{30^2 * 0,026554}{8 * 4,67} = 0,64 \text{ m}$$

11. Tracțiunea la temperatura de 40°C :

$$P(40^\circ) \frac{33,5^2 * 26,554^2 * 10^{-6} * 7503}{24 * P(40^\circ)^2} = 5,048 \frac{33,5^2 * 29,21^2 * 10^{-6} * 7503}{24 * 5,048^2} - 19 * 10^{-5} * 7503 * (40 - 15)$$

$$P(40^\circ) = 4,13 \text{ daN/mm}^2$$

12. Săgeata fascicului la 40° C , pentru deschiderea de 30 m.

$$f = \frac{a^2 * \gamma_{ln}}{8 * P(40^\circ)} = \frac{30^2 * 0,026554}{8 * 4,13} = 0,72 \text{ m}$$

Dimensionarea din punct de vedere mecanic a liniilor electrice aeriene de joasă tensiune cu conductoare izolate torsadate (calculul tracțiunilor și săgeților de montaj) se recomandă să se facă utilizând programul de calcul TORSBETO, program care lucrează sub WINDOWS - EXCEL

DIMITORS

23.01.98

LINEE ELECTRICĂ AERIANĂ de JOASĂ TENSIUNE
CONDUCTOARE IZOLATE TORSADATE

LEA 0,4kV

Ex

Fascicul
Date
meteo

TYIR	50+3x70+2x16
Z. meteo	B
Z. amplas	II

Încărcări

g1n	1,4950	g1c	1,6445	γ 1n	0,0266	γ 1c	0,0292
g2n	1,6328	g2c	2,9391	γ 2n	0,0290	γ 2c	0,0522
g3n	3,1278	g3c	4,5836	γ 3n	0,0556	γ 3c	0,0814
g4n	1,8157	g4c	2,3604	γ 4n	0,0322	γ 4c	0,0419
g5n	1,1826	g5c	1,5374	γ 5n	0,0210	γ 5c	0,0273
g6n	2,3519	g6c	2,8767	γ 6n	0,0418	γ 6c	0,0511
g7n	3,3439	g7c	4,8346	γ 7n	0,0594	γ 7c	0,0859

Deschideri
în panou
(m)

a1	a2	a3	a4	a5	a6				
28	35	33	36	34					

Deschiderea medie
Deschiderea de calc
Denivelarea

am (m)	33,54
ac (m)	40
h (m)	0

Tracțiuni de montaj

Temp (C)	-30	5	10	15	20	25	30	35	40	-5
p(daN/mm ²)	6,16	4,91	4,78	4,66	4,54	4,43	4,33	4,23	4,14	9,58
P (daN)	347	277	269	262	256	249	244	238	233	539

Săgeți de montaj

Temp (C)	-30	5	10	15	20	25	30	35	40	săgeata maximă
a (m)										
10	0,05	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08
20	0,22	0,27	0,28	0,29	0,29	0,30	0,31	0,31	0,32	0,32
30	0,48	0,61	0,62	0,64	0,66	0,67	0,69	0,71	0,72	0,72
40	0,86	1,08	1,11	1,14	1,17	1,20	1,23	1,26	1,28	1,28
50	1,35	1,69	1,74	1,78	1,83	1,87	1,92	1,96	2,01	2,01
60	1,94	2,43	2,50	2,57	2,63	2,70	2,76	2,83	2,89	2,89
70	2,64	3,31	3,40	3,49	3,58	3,67	3,76	3,85	3,93	3,93

Deschiderea dintre stâlpi

Stâlp	SCP 10001	Desc. max (a)	Unghiul liniei 2 α	Termin
		m	nexarcen ti	
Z. meteo	B	71	180	NU
Z. amplas	II		200	

4. STĂLPI

4.1. Introducere

Pentru realizarea liniilor electrice aeriene de joasă tensiune cu conductoare izolate torsadate se folosesc stâlpi din beton, stâlpi din lemn sau stâlpi din metal. Se recomandă utilizarea stâlpilor din beton centrifugat. Stâlpii din lemn sau metal se utilizează în baza unor justificări tehnico-economice.

După funcția pe care o îndeplinesc în linie stâlpii pot fi :

- stâlpi de susținere ;
- stâlpi de întindere ;
- stâlpi terminali.

Stâlpii de susținere și de întindere pot fi în aliniament sau în colț.

Determinarea domeniilor de aplicare a stâlpilor din beton (deschiderea dintre stâlpi) corespunzător funcției din linie și eforturilor la care sunt supuși, se face pe bază de calcul conform normativului PE 106. Eforturile și schemele de încărcare a stâlpilor sunt prezentate în figura 4.1.

4.2. Calculul deschiderii dintre stâlpi

4.2.1. *Deschiderea la încărcări verticale* - a_g - (greutate) este semisuma deschiderilor virtuale adiacente unui stâlp, astfel încât efortul admisibil în stâlp să nu fie depășit

Se determină în ipoteza încărcări cu chiciură :

$$a_g = F_a / g_{3n} \quad (m)$$

unde F_a este forța maximă verticală pentru care au fost dimensionate accesoriile (daN)

g_{3n} - încărcarea normată (daN/m)

4.2.2. *Deschiderea la vânt* - a_v - (deschiderea la încărcări produse de vânt) este semisuma deschiderilor reale adiacente unui stâlp. Deschiderea la vânt se determină astfel încât, la încărcările care acționează pe stâlp, efortul admisibil în stâlp să nu fie depășit.

Se calculează deschiderea în două ipoteze, vânt maxim și vânt simultan cu chiciură, reținându-se valoarea cea mai mică.

a) ipoteza vânt maxim :

$$a_v = \frac{M_{cap} - V * H_g}{g_{1c} * B + g_{4c} * H_f}$$

b) ipoteza vânt simultan cu chiciură :

$$a_v = \frac{M_{cap} - V * H_g}{g_{3c} * B + g_{5c} * H_f}$$

unde M_{cap} este momentul capabil de calcul al stâlpului (daNm)

V - încărcarea orizontală datorată vântului pe stâlp (daN)

H_g - înălțimea deasupra solului a centrului de greutate a stâlpului; (m)

H_f - înălțimea deasupra solului a punctului de prindere a fasciculului pe stâlp (m)

g_{1c} , g_{3c} , g_{4c} , g_{5c} - încărcări unitare de calcul (daN/m);

B - distanța pe orizontală de la axul stâlpului la punctul de prindere a fasciculului pe stâlp (m);

Încărcarea orizontală dată de vânt pe stâlp - V -

a) ipoteza vânt maxim :

$$V = 1,3 * C_{ts} * \beta_v * p_{vmax} * A_{st} \quad (\text{daN})$$

b) ipoteza vânt simultan cu chiciură

$$V = 1,3 * C_{ts} * \beta_v * p_{v+ch} * A_{st} * k_{st} \quad (\text{daN})$$

în care C_{ts} este coeficientul aerodinamic al stâlpului

$$C_{ts} = 0,7 \text{ pentru stâlpi cu secțiune circulară ;}$$

$$C_{ts} = 2,0 \text{ pentru stâlpi cu suprafețe plane ;}$$

β_v - coeficientul de corecție a vitezei vântului

p_{vmax} - presiunea dinamică dată de vânt maxim (daN/m^2)

p_{v+ch} - presiunea dinamică dată de vânt simultan cu chiciură (daN/m^2)

A_{st} - suprafața stâlpului expusă vântului (m^2)

k_{st} - coeficient de majorare a suprafeței stâlpului datorită depunerilor de chiciură
(numai pentru stâlpii cu alveole $k_{st} = 1,5$)

Înălțimea centrului de greutate a stâlpului de la sol

$$H_g = \frac{H_{st} - H_{inc}}{3} * \frac{d_{inc} + 2d}{d_{inc} + d} \quad (\text{m})$$

unde H_{st} este înălțimea stâlpului (m)

H_{inc} - adâncimea de încastrare (m)

d_{inc} - diametrul stâlpului în porțiunea de încastrare (cm)

d - diametrul la vârf a stâlpului (cm)

Suprafața stâlpului expusă vântului

$$A_{st} = (H_{st} - H_{inc}) * \frac{d + d_{inc}}{2} \quad (\text{m}^2)$$

unde H_{st} este înălțimea stâlpului (m)

H_{inc} - adâncimea de încastrare (m)

d_{inc} - diametrul stâlpului în porțiunea de încastrare (m)

d - diametrul la vârf a stâlpului (m)

4.2.3. Deschiderea nominală - a_n - este distanța la care, la săgeată maximă, gabaritul la sol este minim.

$$a_n = \sqrt{8 * P * f_{max} / \gamma_n} \quad (\text{m})$$

unde P este tracțiunea aferentă săgeții maxime (daN/mm^2)

γ_n - încărcarea specifică normată a fasciculului corespunzătoare ipotezei la care apare săgeata maximă

f_{max} - săgeata maximă impusă de gabaritul la sol $\Rightarrow f_{max} = H_f - H_{gab}$ (m)

H_f - înălțimea deasupra solului a punctului de prindere a fasciculului pe stâlp (m)

H_{gab} - gabaritul la sol al fasciculului la săgeată maximă (m)

4.2.4. Deschiderea dintre stâlpi este valoarea minimă dintre *deschiderea la încărcări verticale* (a_g), *deschiderea la încărcări date de vânt* (a_v) și *deschiderea nominală* (a_n).

$$a = \min (a_g , a_v , a_n) \quad (m)$$

4.3. Stâlpi terminali

Stâlpul terminal se dimensionează astfel încât momentul capabil al stâlpului să nu fie depășit atât pe direcția principală cât și pe direcția secundară.

$$\begin{aligned} \text{a) direcția principală : } M_{cap} &\geq T * H_f + g_{3c} * B * a / 2 && (daNm) \\ \text{b) direcția secundară : } M_{cap} &\geq g_{4c} * H_f * a / 2 + V * H_g && (daNm) \end{aligned}$$

unde T este tracțiunea maximă care apare în fascicul (daN)
 V - încărcarea orizontală dată de vânt pe stâlp (daN/m)
 H_f - înălțimea de sol la punctul de prindere a fasciculului pe stâlp (m)
 H_g - înălțimea deasupra solului a centrului de greutate a stâlpului; (m)
 a - deschiderea reală (m)
 g_{3c} și g_{4c} - încărcări unitare de calcul (daN/m)
 B - distanța pe orizontală de la axul stâlpului la punctul de prindere a fasciculului pe stâlp (m)

În vederea utilizării unui anumit tip de stâlp ca stâlp terminal se poate alege valoarea tracțiunii T astfel încât momentul capabil al stâlpului să nu fie depășit. După determinarea tracțiunii se aleg coeficienții parțiali de siguranță (vezi capitolul 4) pentru rezolvarea ecuației de stare astfel încât tracțiunile maxime , în ipoteza de încărcări maxime, să nu depășească valoarea impusă a tracțiunii T .

4.4. Stâlpi de susținere în aliniament

Stâlpii de susținere în aliniament se aleg astfel încât deschiderea reală (a) să fie mai mică, cel mult egală, cu valoarea minimă dintre deschiderea la sarcini verticale (a_g), deschiderea la vânt (a_v) și deschiderea nominală (a_n).

4.5. Stâlpi de colț

Domeniul de utilizare a stâlpilor de susținere sau întindere în colț se determină prin calcularea unghiului maxim al liniei , astfel încât eforturile care apar în stâlp, să nu producă momente mai mari decât momentul capabil.

Unghiul de colț (2α) al liniei se determină din relația :

$$\text{a) ipoteza vânt maxim : } \alpha = \arcsin \left(\frac{M_{cap} - V * H_g - a * g_{1c} * B - a * g_{4c} * H_f}{2 * T * H_f} \right)$$

b) ipoteza vânt simultan cu chiciură :

$$\alpha = \arccos \left(\frac{M_{\text{cap}} - V * H_g - a * g_{3c} * B - a * g_{5c} * H_f}{2 * T * H_f} \right)$$

unde a este deschiderea dintre stâlpi (m)

T - tracțiunea orizontală (daN)

Restul notațiilor sunt cunoscute de mai sus.

4.6. Stâlpi de întindere

Deschiderea la încărcări verticale, deschiderea la vânt și deschiderea nominală pentru stâlpii de întindere în aliniament se determină ca la stâlpii de susținere.
În plus, stâlpul de întindere se verifică și ca stâlp terminal.

4.7. Stâlpi ancorați

În cazurile în care încărcările depășesc momentul capabil al stâlpului, se admite utilizarea stâlpilor ancorați.

Dimensionarea ancorei și determinarea domeniilor de folosire a stâlpului în acest caz, se face prin calcul.

Forța în ancoră (F_a), pentru care se dimensionează ancora, se determină cu relația :

$$F_a = R / \sin \beta \quad (\text{daN})$$

în care R este rezultanta tuturor forțelor care soliciță stâlpul

β - unghiul ancorei

În cazul liniilor aeriene de joasă tensiune cu conductoare izolate torsadate se recomandă utilizarea ancorei de 2500 daN cu un unghi al ancorei de 30°.

4.8. Fundațiile stâlpilor

Stâlpii liniilor electrice aeriene de joasă tensiune se montează în fundații burate, turnate sau prefabricate.

Fundații burate. Fundațiile burate se realizează cu straturi alternative de pământ nevegetal și piatră, de maxim 20 cm grosime, bine compactate. Gropile de fundație au o formă cilindrică, cu diametrul de 80 cm și se execută manual sau cu foreza.

Fundații turnate. Fundațiile turnate din beton monolit se realizează ca un bloc prismatic dreptunghiular, din beton marca Bc 7,5, cu un gol de formă prismatică sau cilindrică (pahar) pentru montarea stâlpului. Incastrarea stâlpului în fundație, după poziționarea corectă, se face cu beton de monolitizare marca Bc 15, turnat între stâlp și pereții paharului.

Fundații prefabricate. Fundațiile prefabricate tip coloană se realizează cu coloane prefabricate din beton armat centrifugat, cu diametrul interior de 56 cm și lungimea de 1,95 m, plantate în teren prin vibropresare sau în gropi executate cu foreza. stâlp și coloană,

Tipul constructiv de fundație se alege de proiectant, funcție de încărcările care acționează asupra stâlpului și de natura terenului.

Fundațiile stâlpilor se dimensionează astfel încât să reziste solicitărilor la care sunt supuse în exploatare, funcție de natura terenului. Terenurile sunt împărțite, funcție de caracteristicile fizico-mecanice în patru categorii, conform STAS 3300/1 și 3300/2.

4.9. Recomandări privind utilizarea stâlpilor

- Pentru liniile electrice aeriene de joasă tensiune cu conductoare izolate torsadate se utilizează stâlpi din beton centrifugat. Se admite și utilizarea stâlpilor din beton vibrat. În situații speciale, pe baza unor justificări tehnico-economice, se admite și utilizarea stâlpilor din lemn sau metal.

- Tipurile de stâlpi din beton recomandate la realizarea liniilor cu conductoare torsadate, precum și caracteristicile lor tehnice, sunt prezentate în tabelul 4.1 și în figurile 4.2. și 4.3.

- Forma și dimensiunile fundațiilor recomandate a fi utilizate la stâlpii liniilor electrice aeriene de joasă tensiune cu conductoare izolate torsadate sunt prezentate în îndrumarul pentru proiectarea fundațiilor.

4.10. Exemplu de calcul

Deschiderile corespunzătoare stâlpului SCP 10001 montat în zona meteorologică B amplasament II, pentru susținerea fasciculului 50+3x70+2x16

1. Deschiderea la încărcări verticale : $a_g = F_a / g_{3a} = 300 / 4,58 = 95,8 \text{ m}$

2. Deschiderea la vânt : a) ipoteza vânt maxim :

$$a_v = \frac{M_{cap} - V * H_g}{g_{1c} * B + g_{4c} * H_f}$$

$$a_v = \frac{1,3 * 1271 - 59,6 * 3,81 - 95,8 * 1,64 * 0,22}{2,36 * 8} = 72,3 \text{ m}$$

$$V = 1,3 * 0,7 * 1,0 * 42 * 1,56 = 59,6 \text{ daN} \quad A_{st} = (10,0 - 1,8) * (0,15 + 0,23) / 2 = 1,56 \text{ m}^2$$

b) ipoteza vânt simultan cu chiciură :

$$a_v = \frac{M_{cap} - V * H_g}{g_{3c} * B + g_{5c} * H_f}$$

$$a_v = \frac{1,3 * 1271 - 21,3 * 3,81 - 95,8 * 4,58 * 0,22}{1,54 * 8} = 120,1 \text{ m}$$

$$V = 1,3 * 0,7 * 1,0 * 15 * 1,56 * 1,0 = 21,3 \text{ daN}$$

Se reține valoarea cea mai mică : $a_v = 72,3 \text{ m}$

3. Deschiderea nominală $a_n = \sqrt{8 * p * f / \gamma_n}$

$$a_n = \sqrt{8 * 4,14 * (8 - 4) / 0,026554} = 70,6 \text{ m}$$

4. Deschiderea $a = \min(a_g; a_v; a_n) = 71 \text{ m}$

5. Unghiul de colț care este suportat de stâlpul SC 10001

$$\alpha = \arccos \left(\frac{M_{cap} - V * H_g - a * g_{lc} * B - a * g_{4c} * H_f}{2 * T * H_f} \right)$$

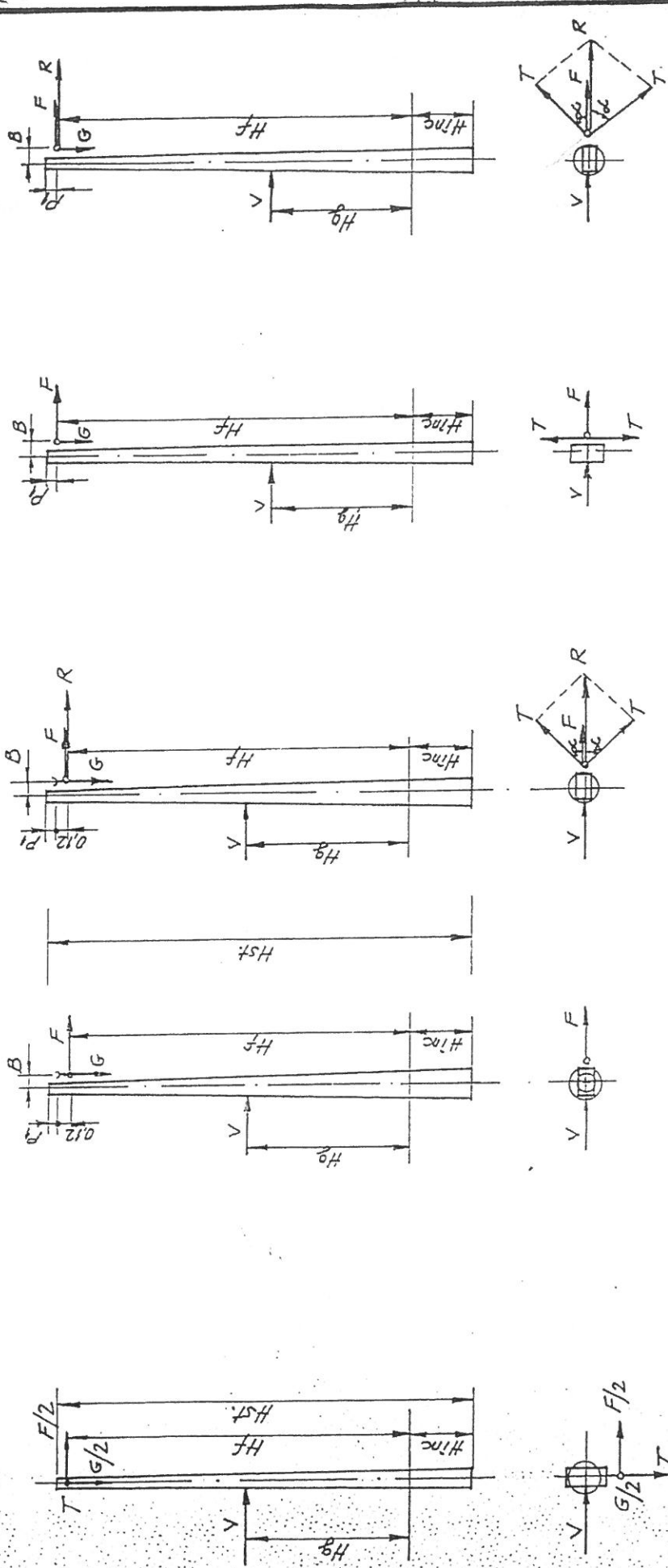
$$\alpha = \arccos \left(\frac{1652 - 59,6 * 3,81 - 71 * 1,64 * 0,22 - 71 * 2,36 * 8}{2 * 539 * 8} \right) = 90^\circ$$

Unghiul minim al liniei $2\alpha = 2 * 90 = 180^\circ \Rightarrow 200$ grade centi

Tabelul 4.1.

**CARACTERISTICILE STĂLPILOR
RECOMANDAȚI PENTRU LINIILE AERIENE DE JOASĂ TENSIUNE
CU CONDUCTOARE IZOLATE TORSADATE**

Tip stâlp	Inălțime	Adânci- mea de încastrare	Dimensiuni la vârf	Dimens. la bază	Greutate	Moment exploat. normat
	H_{st} m	H_{inc} m	d cm	D cm	G_{st} daN	M_{cap} daN.m
SI 9	9	1,2	12	21	430	1162
SCP 15006-92	9,2	1,4	26,8	36	1130	4105
SCP 10001	10	1,5	15	25	630	1257
SCP 10002	10	1,5	24	34	1075	3675
SC 10005	10	1,5	26	41	1535	8844
SE 4T	10	1,5	14,23(15,77)/ 15	31,3(33,7) / 23,5	780	1844/ 948
SE 10T	10	1,5	23,75(26,25)/ 25	51,9(55,1) / 32	2040	6988/ 2719
SE 11T	10	1,5	28,52(31,48)/ 30	63,3(67,7) / 44,5	2650	13638/ 5547
SE 5T	11,2	1,6	18,1(19,9)/ 19	43,7(46,3) / 27,5	1292	4189/ 1285
SC 15014- 105	10,5	1,7	34,25	50	1930	13077

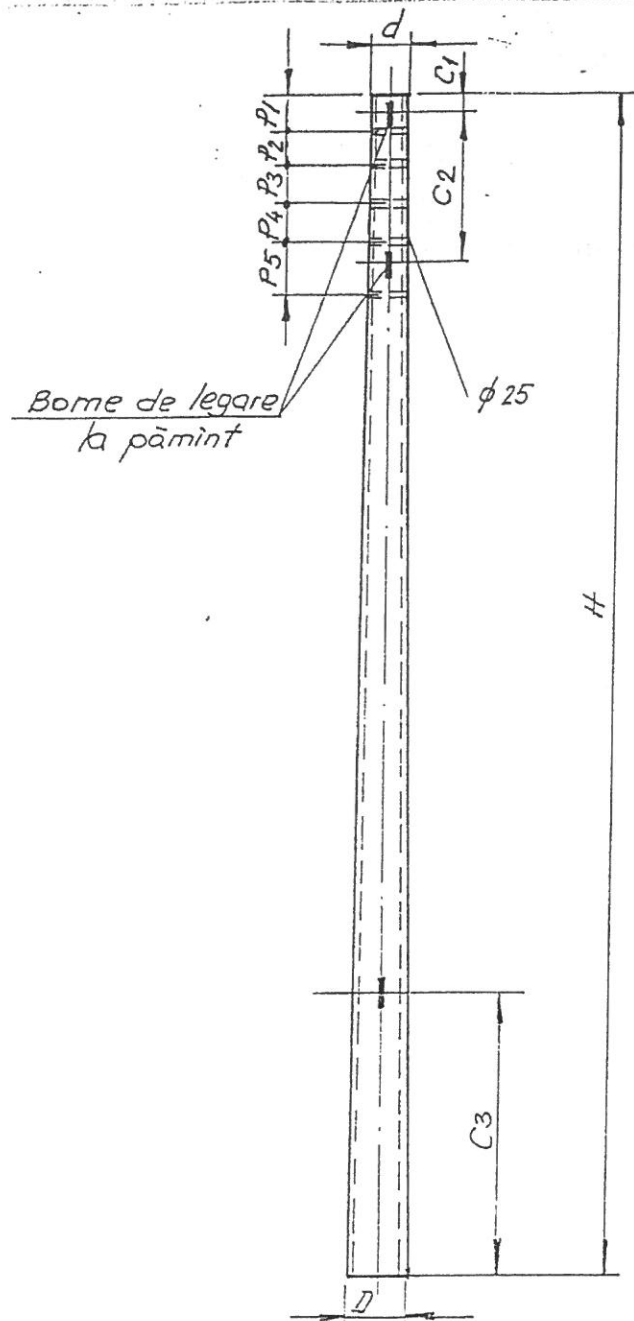


SUSTINERE ÎN ALINIAMENT SUSTINERE ÎN COLȚ ÎNTINDERE ÎN ALINIAMENT ÎN COLȚ

FIGURA 4.1.

SCHEMELE DE ÎNCĂRCARE A STÎLPILOR.

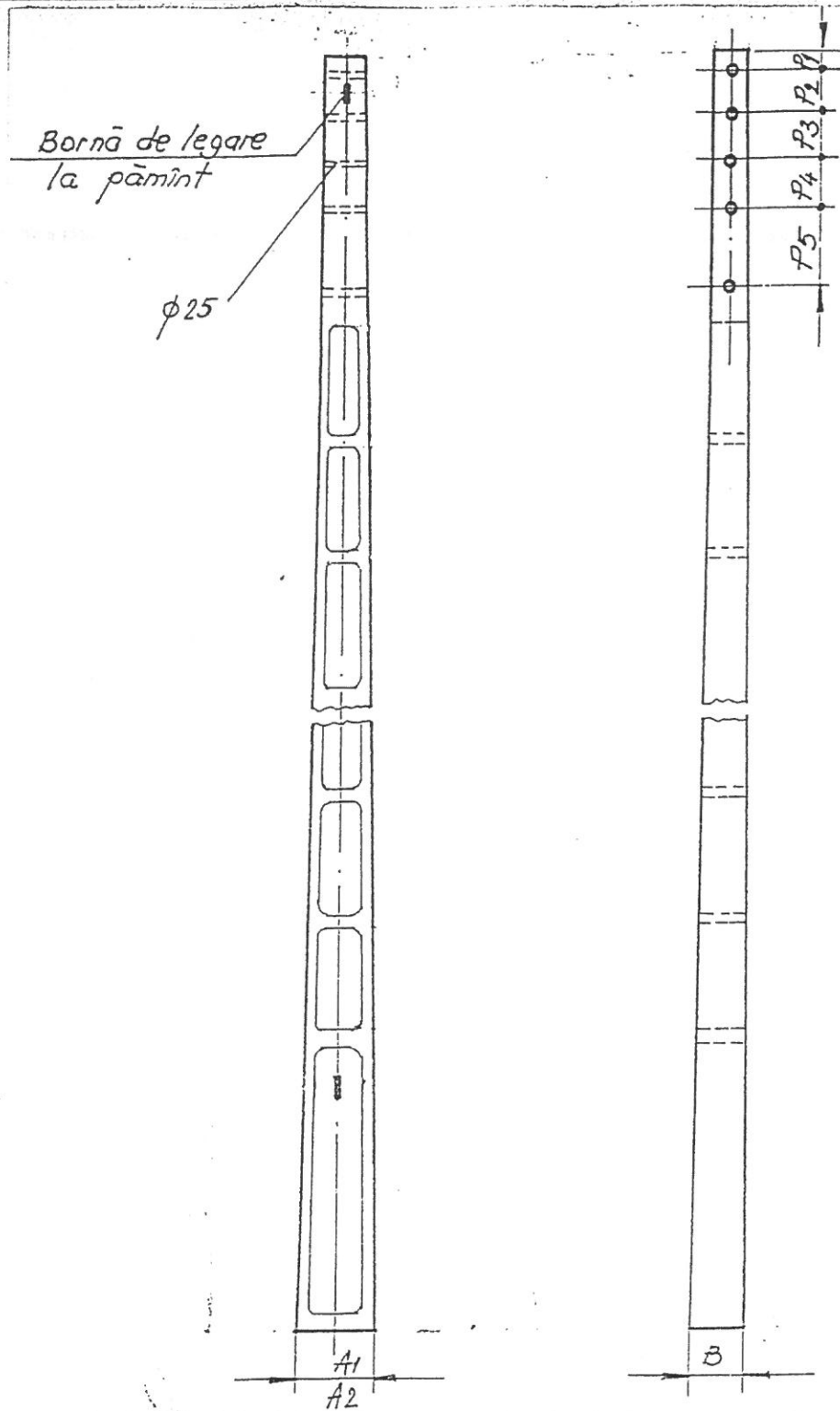
- V - încărcarea orizontală datorată vântului pe stîlp.
- F - încărcarea orizontală datorată vîntului pe fascicul.
- T - tracțiunea maximă
- R - rezultanta tracțiunilor.
- G - încărcarea verticală datorată greutateii fascicului.



STĂLP	ÎNĂLȚIME m	DIMENSIUNI		DISTANȚE GĂURI					BORNE DE LEGARE LA PĂMÂNT		
		scf	lozã	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	C ₁	C ₂	C ₃
		cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
SI 9	9	12	21	10	25	25	-	-	10	145	180
SCP 15006-92	9,2	25,8	36	20	25	25	-	-	35	130	270
SCP 10001	10	15	25	10	25	25	25	50	10	145	240
SCP 10002	10	24	34	10	25	25	25	50	10	145	190
SC 10005	10	26	41	10	25	25	25	50	10	145	190

Fig. 42

STĂLPI DIN BETON CENTRIFUGAT



STĂLP	ÎNĂLȚIME m	DIMENSIUNI		DISTANȚE GĂURI					BORNE DE LEGARE LA PĂM.	
		VÂRF	BAZĂ	P1	P2	P3	P4	P5	C1	C2
				cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
SE 4T	10	14,23 (15,77) 15	31,3 (33,7) 23,5	10	25	25	25	50	4,5	250
SE 10T	10	23,75 (26,25) 25	51,9 (55,1) 32	7	30	30	-	-	5	210
SE 11T	10	28,52 (31,48) 30	63,3 (67,7) 44,5	7	30	25	25	50	5	210
SE 5T	11,2	18,1 (19,9) 19	43,7 (46,3) 27,5	10	25	-	-	-	40 (75)	240

Fig. 4.3

STĂLPI DIN BETON VIBRAT

5. REALIZAREA LINIILOR ELECTRICE AERIENE CU CONDUCTOARE IZOLATE TORSADATE

5.1. Soluții de realizare a liniilor electrice aeriene de joasă tensiune cu conductoare izolate torsadate

Liniile electrice aeriene de joasă tensiune cu conductoare izolate torsadate se realizează în două soluții, funcție de modul de fixare a fascicului :

- a) linie cu fascicul întins pe stâlpi
- b) linie cu fascicul pozat pe fațadele clădirilor

Alegerea soluției se face de către proiectant, funcție de condițiile concrete din zona unde urmează să se realizeze linia. Pentru aceasta este necesar ca proiectantul să facă o documentare corespunzătoare pe teren, cu care ocazie se întocmesc schițe în care se indică amplasamentul clădirilor din zonă și tipurile constructive.

La alegerea modului de realizare a rețelei cu conductoare torsadate, proiectantul trebuie să țină seama de :

- amplasamentul clădirilor din zonă;
- tipul și materialele din care sunt construite;
- estetica mediului înconjurător;

5.1.1. Linii electrice aeriene de joasă tensiune cu fascicul întins pe stâlpi.

Acest mod de realizare se recomandă a fi aplicat în zonele în care clădirile sunt rare și nealiniat, sau în zonele în care clădirile sunt construite din materiale care nu au rezistența mecanică necesară pentru preluarea eforturilor mecanice datorate montării fascicului.

Fasciculul se montează întins între stâlpii de întindere care delimitează panoul și este susținut de stâlpi de susținere. Efortul de tracțiune apare în conductorul *nul purtător*, conductor fixat la capetele panoului prin intermediul clemelor de întindere rețea.

Conductoarele de fază și conductorul (conductoarele) pentru iluminat public sunt răsucite (torsadate) în jurul conductorului nul purtător.

Montarea fascicului de conductoare pe stlpi se face utilizând legături de susținere (în aliniament sau colț), legături de întindere (în aliniament sau colț), legături de derivație și legături terminale.

Legătură de susținere - Fasciculul este susținut în armătură fixată pe stâlp prin intermediul unei *tije de susținere*. În cazul stâlpilor care nu au găuri, în locul tije se montează o *brățară de susținere*. Legăturile de susținere în colț se realizează cu aceleași armături.

Legătură de întindere - În punctele de întindere ale fascicului (capetele panourilor) se fixează nulul purtător în *clema de întindere rețea*, iar aceasta se fixează de *tija de întindere* pe stâlp prin intermediul unui *întinzător* sau unui *prelungitor*. La un capăt al panoului se folosește *întinzător*, iar la celălalt se folosește *prelungitor*. În cazul stâlpilor fără găuri, în locul tije de întindere se utilizează *brățară de întindere* corespunzătoare tipului de stâlp.

Legătura de întindere poate fi în aliniament sau în colț, ambele se realizează cu aceleași element

Legătură de derivație - În punctele unde este necesar să se realizeze derivații din linie, fasciculul se fixează și se întinde pe stâlpi ca și la legăturile de întindere. Derivațiile (legăturile electrice ale conductoarelor) se fac cu *cleme de derivație rețea* - cleme cu dinți , care se montează fără desizolarea conductoarelor . Se admite, pentru realizarea derivațiilor conductoarelor și utilizarea *cutiei de derivație rețea*.

Legătură terminală - La capetele liniei sau derivațiilor se realizează legătură terminală, cu aceleași componente ca și legătura de întindere. La legătura terminală , obligatoriu , conductorul de nul se leagă la borna de legare la pământ a stâlpului, iar capetele conductoarelor de fază se izolează și se fixează pe stâlp cu *brățară de fixare pe stâlp*.

Innădirea conductoarelor fasciculului - Innădirea conductoarelor fasciculului se realizează cu ajutorul *mufelor de innădire* prin presare. *Mufa de innădire pentru nulul purtător* (care este realizat din oțel-aluminiu) este dimensiunată să reziste la 95 % din rezistența de rupere a conductorului. *Mufele de innădire a fazelor* nu sunt supuse la eforturi mecanice, ele având numai rol electric.

Pentru realizarea innădirii , capetele celor două conductoare se desizolează, se introduc în mufă și se strânge mufa cu ajutorul preseii de mufat. Refacerea izolației conductorului se face cu un *manșon din material plastic*.

Se admite, numai pentru realizarea innădirii conductoarelor de fază și de iluminat, utilizarea clemelor cu dinți : *clemă de derivație rețea* și *clemă de derivație iluminat public*.

La realizarea innădirii conductoarelor fasciculului se va avea grijă ca innădirile să se realizeze cu un decalaj între ele, evitând contactul între innădiri.

5.1.2. Linii electrice aeriene de joasă tensiune cu fascicul pozat pe clădiri.

Pozarea fasciculului pe fațadele clădirilor este modul cel mai simplu și eficient de realizare a liniilor cu conductoare torsadate. se aplică în toate cazurile în care există clădiri mari , cu fațade la stradă și aliniate.

Modul de realizare pozat al fasciculului, care prezintă multe avantaje din punct de vedere economic și estetic, permite rezolvarea dificultăților la trecerea peste diferite elemente constructive ale clădirilor, utilizând un număr redus de accesorii , fără să deterioreze aspectul arhitectural .

Fasciculul este fixat și susținut liber pe fațadă , prin intermediul cuielor de fixare pe zid, în fascicul neexistând eforturi de tracțiune. Distanța recomandată între cuiile de fixare este de cca. 1 metru, fasciculul este susținut de brațara de fixare a cuiului la 3 - 5 cm de perete . La schimbarea nivelului de pozare a fasciculului sau la colțurile clădirii, se recomandă ca distanța dintre cuiile de fixare să se micșoreze până la limita necesară, astfel încât fasciculul să nu atingă peretele clădirii.

Derivațiile din linia electrică pozată se realizează cu cleme de derivație rețea (cleme cu dinți) sau cutie de derivație.

5.2. Detalii de realizare a liniilor electrice aeriene de joasă tensiune cu conductoare izolate torsadate

5.2.1. Derivație cu conductoare izolate torsadate din linie cu conductoare neizolate:

Pe stâlpul liniei, în punctul de derivație, se montează o legătură terminală, realizată cu clemă de întindere rețea, întinzător (sau prelungitor) și tijă de întindere. Conductoarele fasciculului se leagă la

fazele respective ale liniei cu conductoare neizolate prin intermediul unor cleme universale. Fasciculul se rigidizează pe stâlp cu brătară de fixare pe stâlp.

5.2.2. Trecerea din linie în cablu în linie cu conductoare izolate torsadate :

Varianta A: Cutie de trecere montată la baza stâlpului echipată cu suporturi de siguranțe fuzibile. Capetele conductoarelor cablului și conductoarelor izolate torsadate se racordează la suportii siguranțelor. Fasciculul de conductoare torsadate se fixează pe stâlp cu o legătură terminală și se protejează, între cutia de trecere și legătura terminală, în țevă din material plastic.

Varianta B: Fasciculul de conductoare izolate torsadate se montează pe stâlp cu o legătură terminală, iar cablul se fixează pe stâlp, protejat în țevă din material plastic, până la pertea superioară. Legăturile dintre conductoarele cablului și conductoarele fasciculului se realizează cu cleme de derivație cu dinți.

5.2.3. Plecare din post de transformare aerian:

Pe stâlpul postului se montează o brătară de întindere și se realizează legătura terminală. Conductoarele de fază se racordează la suporturile siguranțelor fuzibile din cutia de distribuție a postului, iar conductorul de nul la bara de nul din cutia de distribuție.

5.2.4. Plecare din post de transformare în cabină zidită:

De regulă, din posturile de transformare în cabină zidită, se realizează subteran. Racordarea liniei torsadate la aceste posturi se face ca din rețea în cablu.

5.2.5. Gabaritul la sol - distanța dintre punctul cel mai de jos al fasciculului de conductoare la săgeată maximă și nivelul solului - este de minim 4 metri. În cazul porțiunilor speciale ale liniei (porțiunile în care linia traversează sau se află în apropierea altor obiective) se vor respecta distanțele indicate în capitolul 10.

5.2.6. Legarea la pământ .

În conformitate cu STAS 12.604/4 și STAS 12.604/5 conductorul de nul se leagă la pământ în următoarele puncte :

- a) în apropierea postului de transformare (la primul stâlp al liniei) ;
- b) la capetele liniei, la capetele derivațiilor și în alte locuri astfel alese pe traseu, astfel încât distanța dintre două prize de pământ artificiale, pe ori ce traseu (linie sau ramificație), să nu fie mai mare de 1000 m .

La stâlpii din punctele specificate mai sus, se vor monta prize de pământ artificiale. Valoarea rezistenței de dispersie a acestor prize artificiale se determină astfel încât rezistența generală a tuturor prizelor la care este legat nulul rețelei să fie de cel mult 4Ω . În vederea ușurării condițiilor de realizare, se recomandă ca la toți stâlpii liniei, inclusiv la cei de susținere, conductorul de nul să se lege la pământ, utilizând în acest fel și prizele naturale a stâlpilor.

Conductorul de nul se leagă la pământ prin intermediul unui conductor din aluminiu, cu secțiunea de minim 50 mm^2 . Acest conductor se racordează la un capăt la nul, prin intermediul unei *cleme de derivație cu dinți* tip CCD 140, iar la celălalt capăt la borna superioară de legare la pământ a stâlpului, prin intermediul unui papuc corespunzător.

5.2.7. Recomandări privind alegerea traseului liniilor electrice aeriene de joasă tensiune cu conductoare izolate torsadate :

- Fasciculul de conductoare se montează pe stâlp, de regulă, pe partea dinspre stradă;
- se recomandă ca linia să fie amplasată pe acea parte a străzii unde se găsesc cei mai mulți consumatori;
- Se recomandă ca distanța dintre stâlpi (deschiderea dintre stâlpi) să fie de în jur de 35 - 40 metri, în cazul liniilor construite în zona de amplasament II și III , și de 50 - 60 metri, în cazul liniilor construite în zona de amplasament I .
- Intodeauna când există clădiri aliniate la stradă se va proiecta linia cu fascicul pozat. La alegerea traseului liniei cu conductoare torsadate pozate pe clădiri se va avea în vedere înălțime clădirilor, materialele din care sunt construite și aliniamentul lor la stradă;
- In cazul străzilor cu lățime mare - peste 15 m - se recomandă proiectarea a câte o linie pe fiecare parte a străzii, pentru a evita numeroasele traversări cu bransamente;
- Dacă situația din teren permite, linia cu conductoare torsadate se proiectează combinat, întinsă pe stâlpi și pozată pe clădiri:

5.3. Accesorii pentru realizarea liniilor electrice aeriene de joasă tensiune cu conductoare izolate torsadate

Montarea fasciculelor de conductoare pe stâlpi sau pe fațadele clădirilor se realizează cu ajutorul unor accesorii specializate.

Accesoriile care se vor prevedea în proiecte, trebuie să corespundă condițiilor tehnice impuse de RENEL - GTDEE și să fie omologate.

Pentru proiectarea și realizarea liniilor electrice aeriene de joasă tensiune cu conductoare izolate torsadate se utilizează, de regulă, următoarele accesorii :

1. Armătură de susținere - simbol	AS 300
2. Tijă de susținere	TS 300
3. Brățară de susținere	BSV ; BSC
4. Tijă de întindere	TT 750
5. Brățară de întindere	BTC ; BTVa ; BTVb
6. Intinzător	IR 750
7. Prelungitor	P 750
8. Clemă de întindere rețea	CRT
9. Brățară pentru fascicul	BS
10. Brățară de fixare pe stâlp	B
11. Clemă derivație rețea (clemă cu dinți)	CDD 140
12. Clemă derivație iluminat public	CDD 15 IL
13. Cutie de derivație	CD
14. Cui de fixare în zid	CZ 5
15. Mufă de înădare	Cn , Ci

Forma, dimensiunile și materialele accesoriilor necesare realizării liniilor electrice aeriene de joasă tensiune cu conductoare izolate torsadate sunt prezentate în anexa 5.2.

5.4. Conditii tehnice pentru accesoriile necesare realizării liniilor cu conductoare torsadate

- După funcția lor în linie accesoriile se clasifică în :
- accesorii cu rol mecanic, denumite armături ;
- accesorii cu rol electric, denumite cleme sau conectori;
 - Accesoriile pentru liniile electrice cu conductoare izolate torsadate trebuie să reziste în condiții normale de mediu , zone de poluare I, II și III, conform normativului PE 109, în aer liber, sub acțiunea directă a razelor solare, intemperii, variații de temperatură ambiantă între -30 °C și +40 °C , umiditatea relativă a aerului -100%.
 - Forma, dimensiunile și materialele din care sunt realizate accesoriile se atabesc în documentațiile tehnice ale produselor, astfel încât să asigure funcționalitatea mecanică și/sau electrică în condiții de fiabilitate maximă.
 - Accesoriile trebuie concepute astfel încât să reziste la solicitările mecanice, electrice și termice din exploatare, precum și la acțiunea agenților fizico - chimici din atmosferă.
 - Execuția accesoriilor trebuie să fie astfel încât să nu prezinte muchii, colțuri, asperități, proeminențe sau cavități în care s-ar putea acumula apă. Toleranțele de execuție ale părților componente trebuie să asigure interchimbabilitatea acestora.
 - Părțile componente ale accesoriilor trebuie să nu prezinte în structura lor tensiuni sau defecte interne, incluziuni de materiale stăine care să influențeze defavorabil asupra proprietăților lor mecanice și electrice.
 - Accesoriile pentru rețelele aeriene de joasă tensiune cu conductoare izolate torsadate se marchează prin poansonare, scriere cu vopsea sau tuș special, imprimare în relief, în locurile indicate în proiectele de execuție. Marcarea trebuie să cuprindă : simbolul produsului, marca producătorului și anul de fabricație. Marcajul trebuie să fie vizibil și să se mențină în timp.
 - Elementele componente ale accesoriilor pentru rețelele aeriene de joasă tensiune cu conductoare izolate, realizate din oțel, se protejază anticoroziv prin zincare termică sau electrochimică. Stratul de acoperire realizat prin zincare trebuie să fie continuu, lipsit de incluziuni și fără pete. Grosimea stratului de zinc : minim 45 μm la depuneri termice și minim 12 μm la depuneri electrochimice.
 - Armăturile și conectorii pentru rețelele aeriene de joasă tensiune cu conductoare izolate trebuie să permită un montaj ușor și corect.
 - Conectorii trebuie concepuți să permită montajul sub tensiune și să fie prevăzuți cu anvelope izolante; anvelopa izolantă trebuie să asigure refacerea izolației conductorului și să asigure etanșeitarea contactelor.
 - Organele de asamblare destinate a efectua un montaj prin perforarea izolației trebuie să fie prevăzute cu limitator de cuplu. Valoarea cuplului minim și maxim de strângere se va indica în norma de produs.
 - Caracteristicile electrice ale conectorilor se definesc prin urmărirea evoluției lor de-a lungul a 200 cicluri de îmbătrânire electrică accelerată. Pe parcursul ciclurilor de îmbătrânire se urmăresc :
 - * rezistența relativă de contact - care trebuie să fie cel mult egală cu 1,0 - și evoluția ei funcție de numărul de cicluri,
 - * încălzirea conectorului - temperatura conectorului trebuie să fie inferioară sau cel mult egală temperaturii conductorului de referință ;
 - * comportarea la 4 șocuri de suprainsensitate cu durata de 1 secundă și intensitatea calculată funcție de materialul conductoarelor ; după aceste șocuri conectorii trebuie să-și păstreze caracteristicile electrice.

- Armăturile (accesoriile cu rol mecanic) trebuie să reziste la sarcinile nominale specificate în tabelul 5.1 . Sarcinile de calcul se determină prin adoptarea unui coeficient de siguranță 2 .

Tabelul 5.1
**Eforturile nominale ale accesoriilor
 utilizate în liniile electrice aeriene de joasă tensiune
 cu conductoare izolate torsadate**

Nr. crt.	Denumirea armăturii	Efort orizontal	efort vertical
1.	Armătură de susținere	-	300
2.	Tijă de susținere	200	300
3.	Brățară de susținere	200	300
4.	Tijă de întindere	1100	300
5.	Brățară de întindere	1100	300
6.	Intinzător	750	-
7.	Prelungitor	750	-
8.	Clemă de întindere rețea	750	-
9.	Brățară pentru fascicul	10	-
10.	Brățară de fixare pe stâlp	25	-
11.	Cui de fixare pe zid	-	10

ANEXA 5.1.

**DETALII DE REALIZARE
A LINIILOR ELECTRICE AERIENE DE JOASĂ TENSIUNE
CU CONDUCTOARE IZOLATE TORSADATE**

1. Montarea fasciculului (legătură) la stâlp de susținere în aliniament
2. Montarea fasciculului (legătură) la stâlp de susținere în colț
3. Montarea fasciculului (legătură) la stâlp terminal
4. Montarea fasciculului (legătură) la stâlp de întindere în aliniament
5. Montarea fasciculului (legătură) la stâlp de întindere cu înnădirea conductoarelor
6. Montarea fasciculului (legătură) la stâlp de derivație

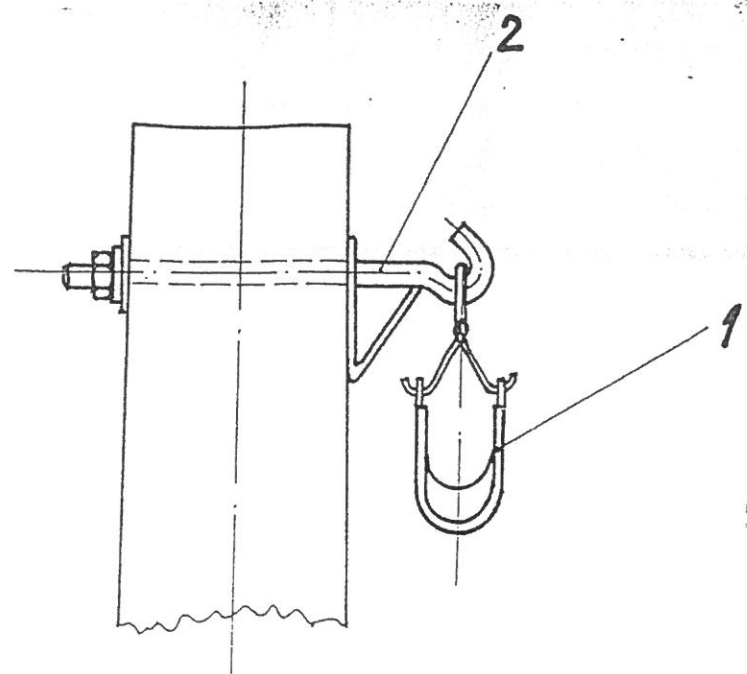


Figura 1.

LEGĂTURĂ DE SUSȚINERE ÎN ALINIAMENT

- 1. Armătură de susținere AS 300
- 2. Tijă de susținere TS sau Brățară de susținere BSC (BSV)

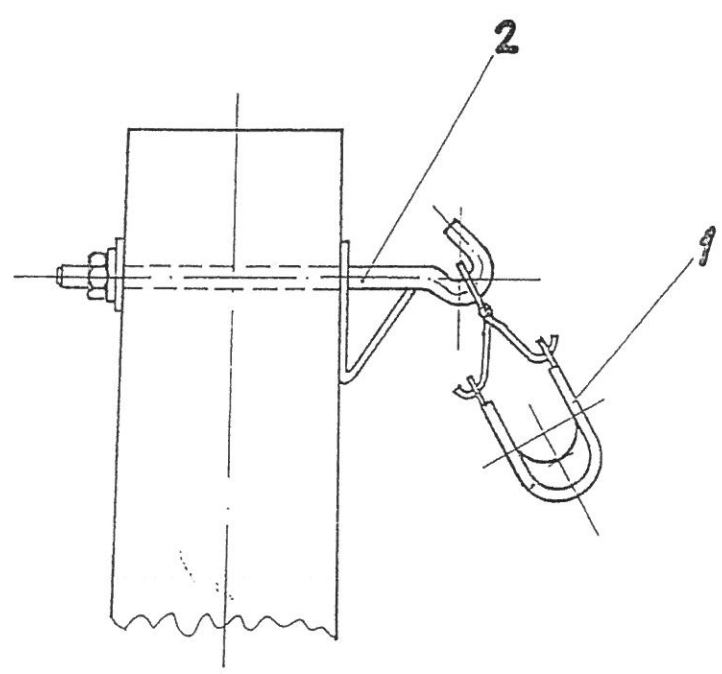


Figura 2

LEGĂTURĂ DE SUSȚINERE ÎN COLȚ

- 1: Clemă de susținere AS 300
- 2. Tijă de susținere TS sau Brățară de susținere BSC sau BSV

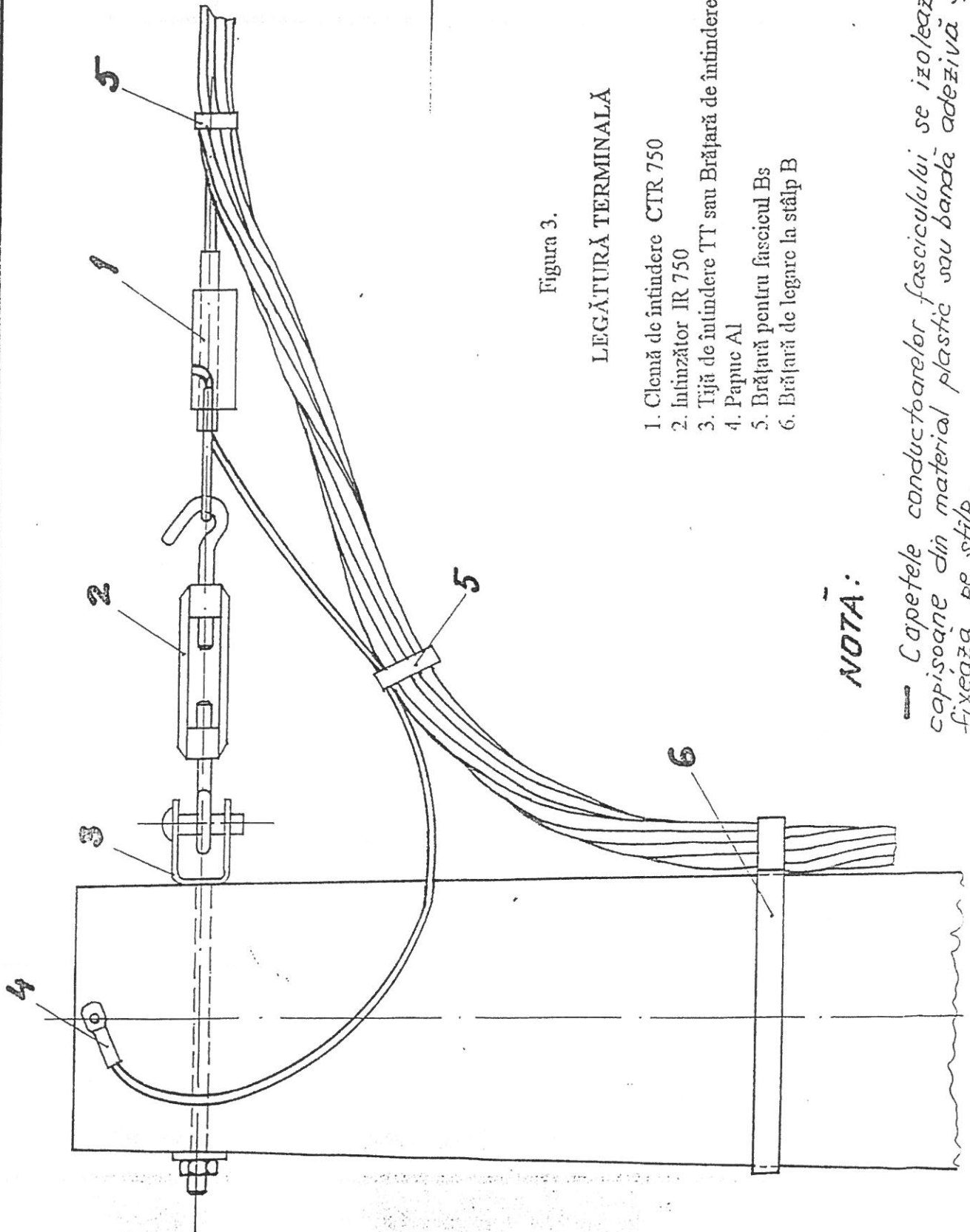


Figura 3.

LEGĂTURĂ TERMINALĂ

1. Clemă de întindere CTR 750
2. Învinzător IR 750
3. Tijă de întindere TT sau Brăţară de întindere BIC (BIV)
4. Papuc Al
5. Brăţară pentru fascicul Bs
6. Brăţară de legare la stâlp B

NOTĂ:

Capetele conductoarelor fascicului se izolează cu capisoane din material plastic sau bandă adezivă și se fixează pe stâlp.

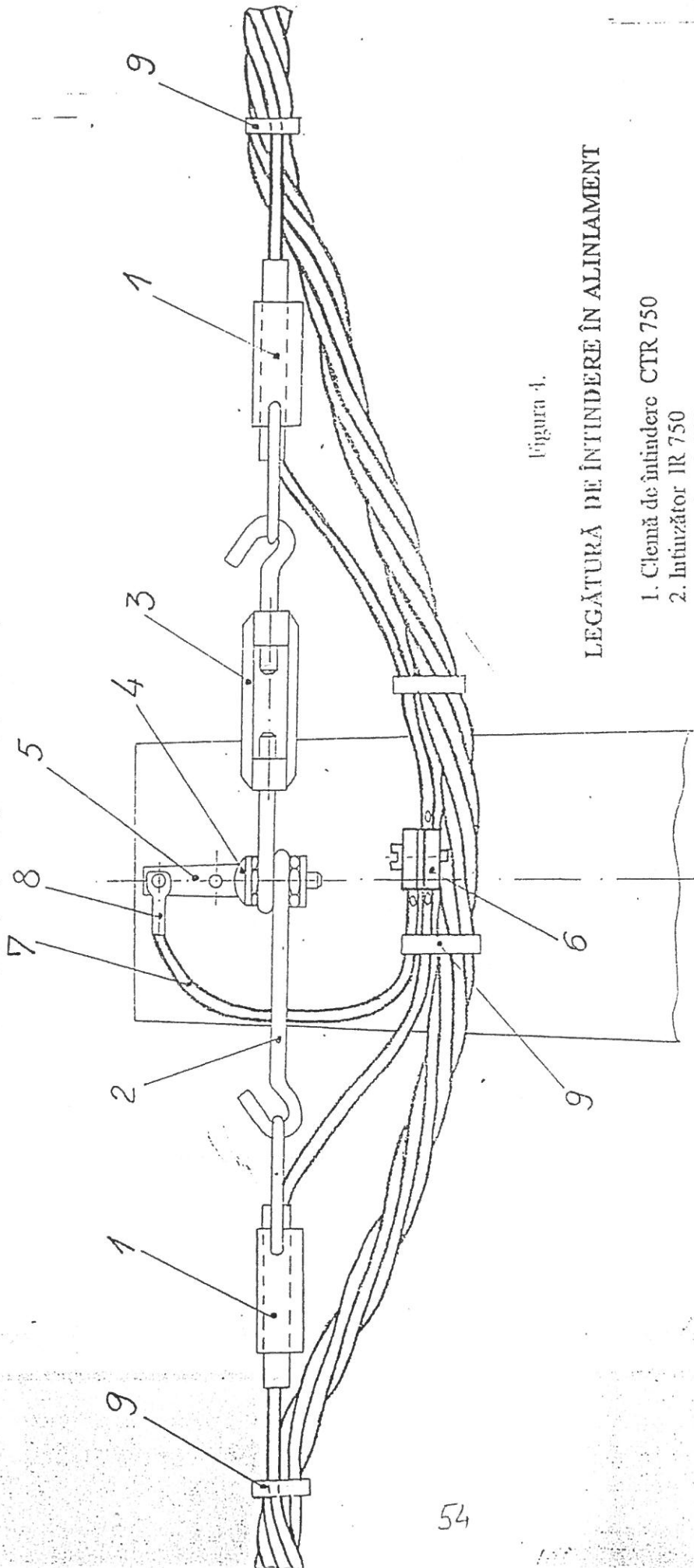


Figura 4.

LEGĂTURĂ DE ÎNȚINDERE ÎN ALINIAMENT

1. Clemă de întindere CTR 750
2. Înținzător IR 750
3. Prelungitor P 750
4. Tijă de întindere TT sau Brătară de întindere BIC (BIV)
5. Bandă de legare la pământ
6. Clemă derivație cu dinți CDD 140
7. Conductor de legare la pământ AL 50
8. Papuc AI
9. Brătară pentru fascicul Bs

ÎNTINDERE CU ÎNNĂDIREA CONDUCTOARELOR

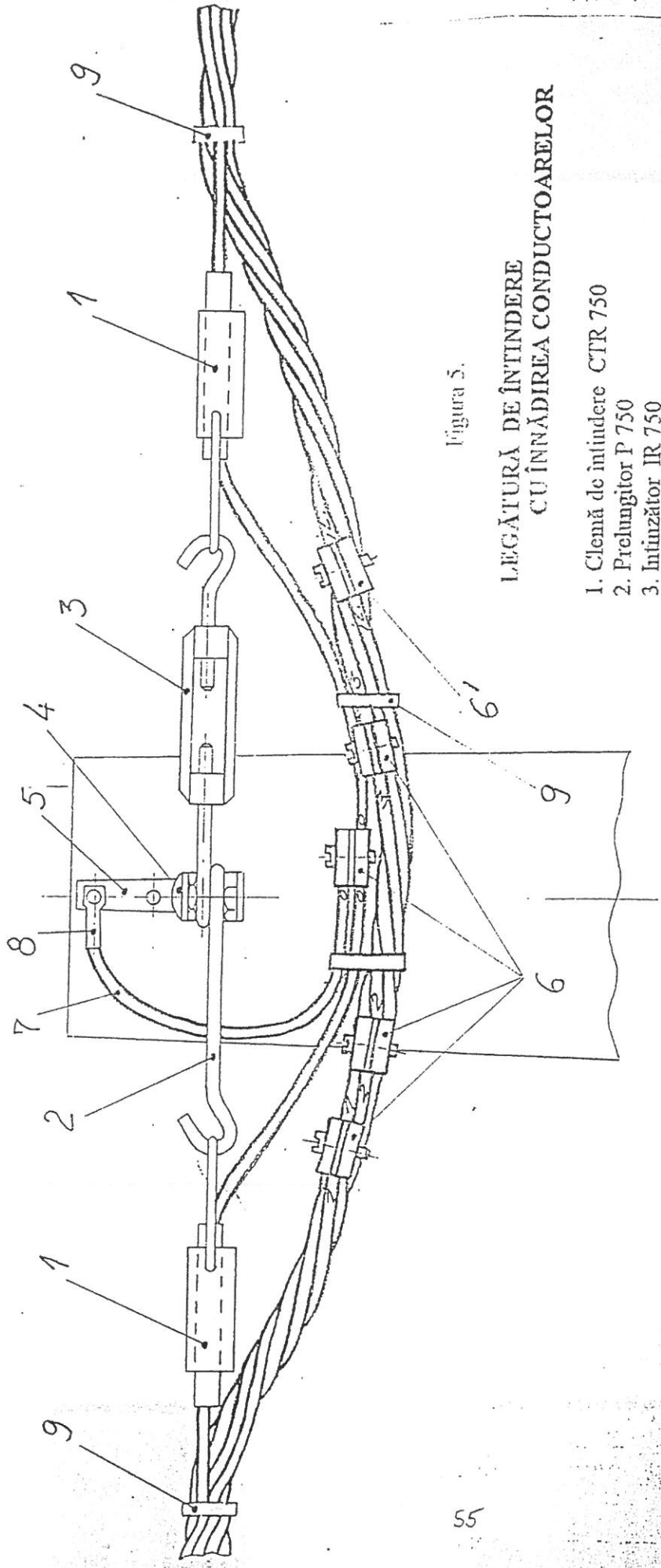


Figura 5.

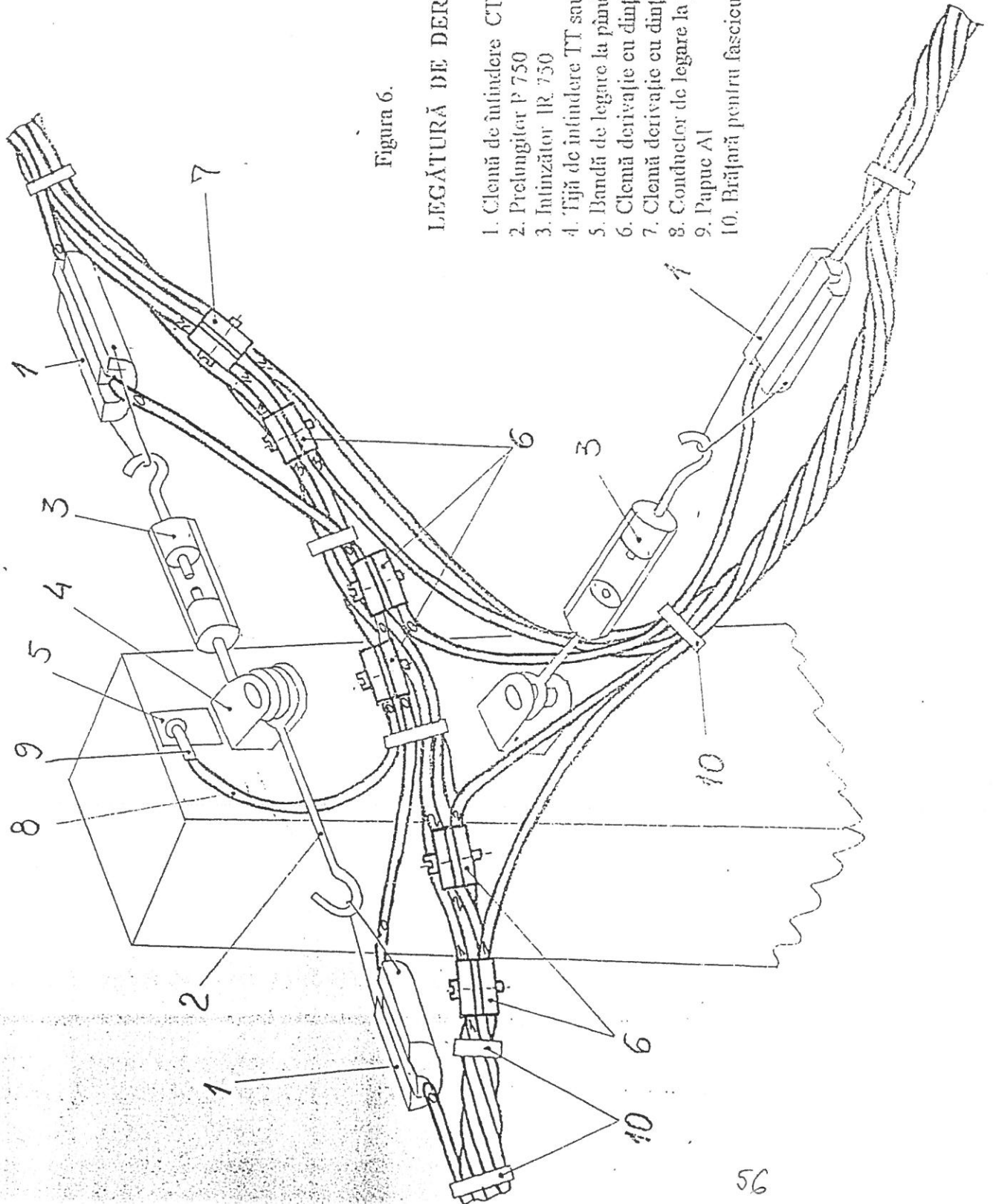
LEGĂTURĂ DE ÎNTINDERE CU ÎNNĂDIREA CONDUCTOARELOR

1. Clemă de întindere CTR 750
2. Prelungitor P 750
3. Intinzător IR 750
4. Tijă de întindere TT sau Brătară de întindere BIC (BIV)
5. Baudă de legare la pământ
6. Clemă derivație cu dinți CDD 140 și CDD 15 IL
7. Conductor de legare la pământ AL 50
8. Papuc Al
9. Brătară pentru fascicul Bs

Figura 6.

LEGĂTURĂ DE DERIVAȚIE

1. Clemă de întindere CTR 750
2. Prolungitor P 750
3. Întinzător IR 750
4. Tijă de întindere TT sau Brăjară de întindere BIC (BIV)
5. Bandă de legare la pământ
6. Clemă derivație cu dinți pentru rețea CDD 140
7. Clemă derivație cu dinți pentru iluminat public CDD 15.IL
8. Conductor de legare la pământ AL 50
9. Papuc AI
10. Brăjară pentru fascicul BS



ANEXA 5.2.

**ACCESORII
PENTRU REALIZAREA LINIILOR ELECTRICE AERIENE
DE JOASĂ TENSIUNE
CU CONDUCTOARE IZOLATE TORSADATE**

1. Armătură de susținere	simbol	AS 300
2. Tijă de susținere		TS 300
3. Brățară de susținere - stâlpi centifigați	→	BSV
4. Brățară de susținere - stâlpi vibrați	→	BSC
5. Tijă de întindere		TT 750
6. Brățară de întindere - stâlpi centifigați		BTC
7. Brățară de întindere - stâlpi vibrați (fața plină)		BTVa
8. Brățară de întindere - stâlpi vibrați (fața cu alveole)		BTVb
9. Intinzător rețea		IR 750
10. Prelungitor rețea		P 750
11. Clemă de întindere rețea		CRT 750
12. Clemă derivație rețea (clemă cu dinți)		CDD 140
13. Clemă derivație iluminat public		CDD 15 IL

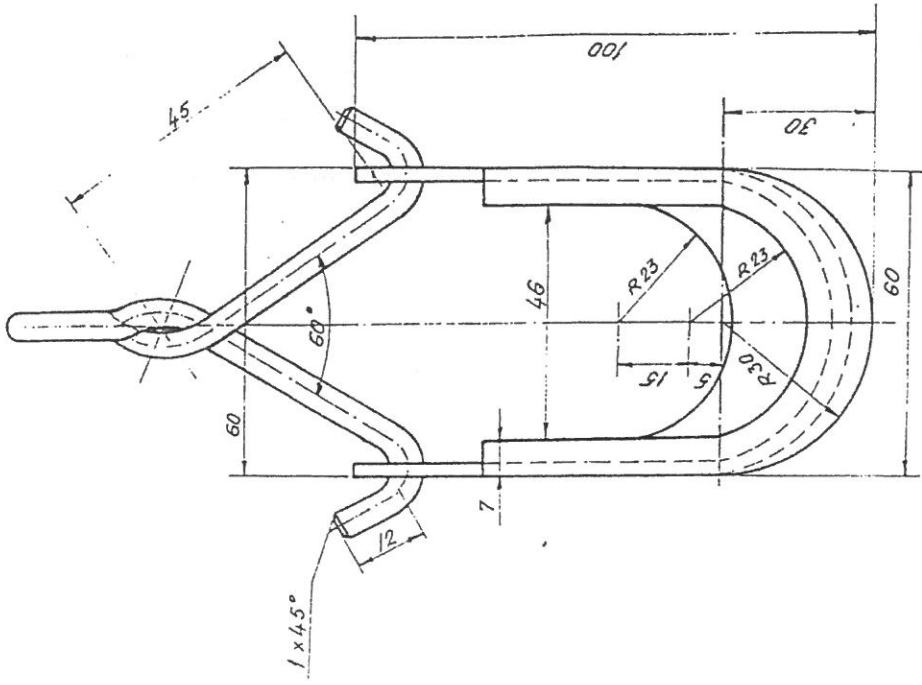
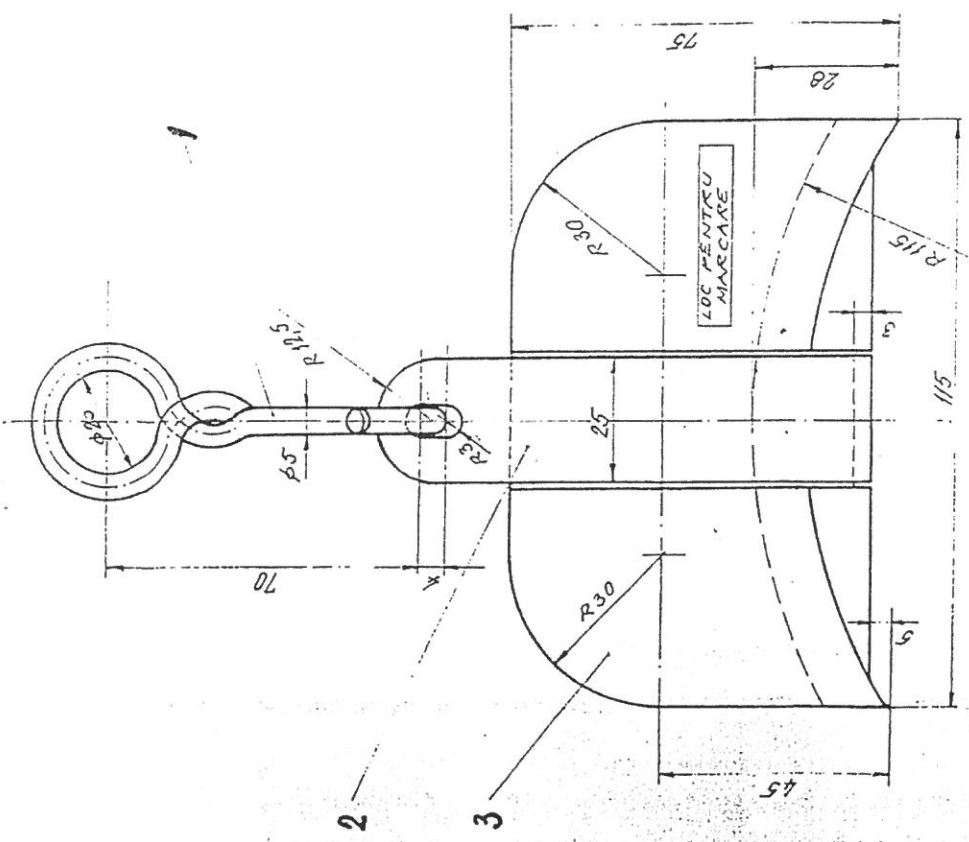


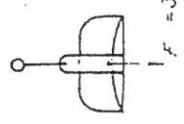
Figura 1

ARMĂTURĂ DE SUSȚINERE AS 300

- 1. Corp de susținere
- 2. Suport metalic
- 3. Cerceol

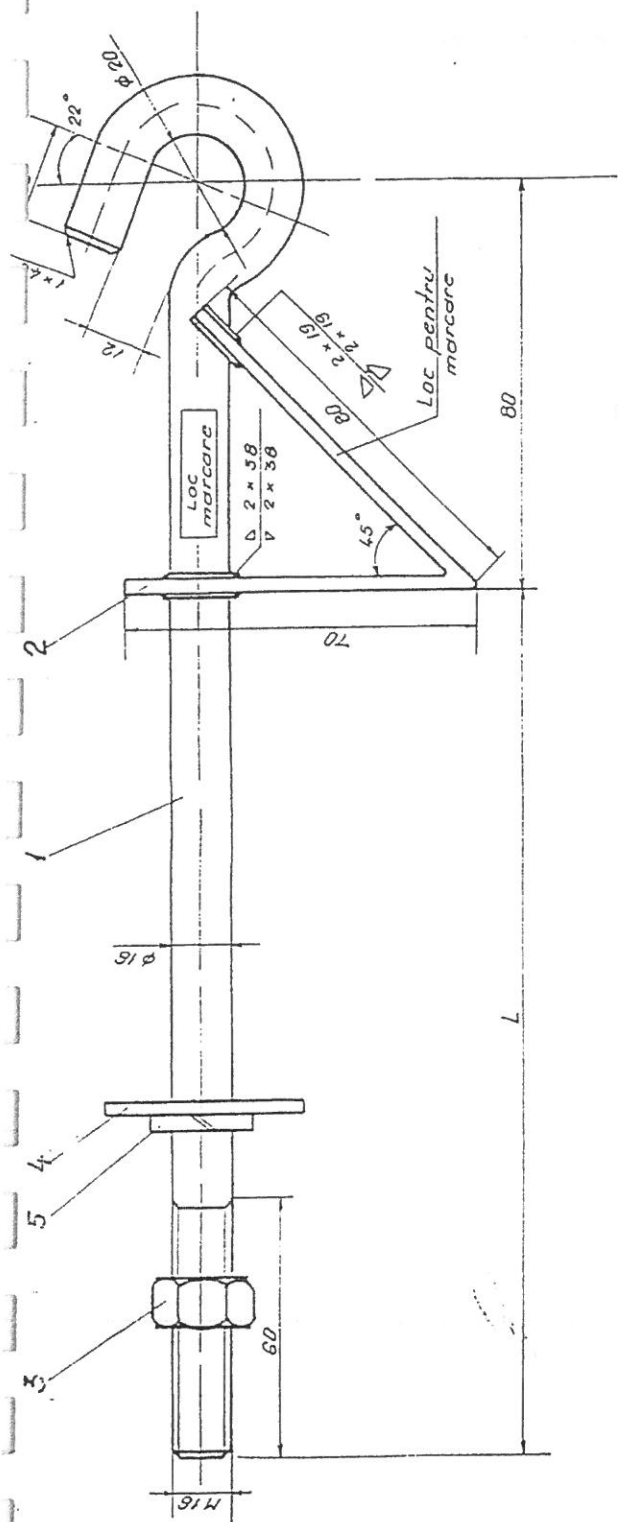


EFORT NOMINAL



NOTĂ:

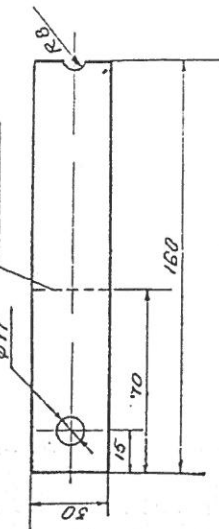
PIESELE METALICE SE PROTEJEAZĂ PRIN
 ACOPERIRE TERMICĂ CU ZINC, CONF. STAS 7221-80,
 GROSIMEA STRATULUI - MINIM 44 μm. SAU PRIN
 ZINCARE ELECTROCHIMICĂ, CONF. STAS 7222-89,
 GROSIMEA STRATULUI DE ZINC - MINIM 24 μm.



CONTRAFISA

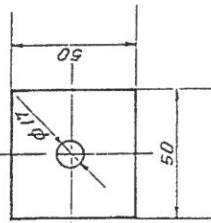
Poz. 2
Sc. 1:2

Linie indoare



SAIBA PATRATA

Poz. 6
Sc. 1:2



NOTA:

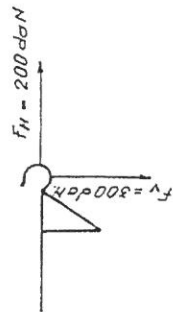
1. Se va proteja prin zincare electrochimică, conf. STAS 7222-89
Grosimea stratului de zinc, min. 24 μm

Figura 2

TIJĂ DE SUSTINERE TS 300

1. Tijă de susținere
2. Contrafișă
3. Piuliță M16
4. Șaibă pătrată
5. Șaibă Grower

Efort nominal



Tijă de susținere tip.	st/tp	L (mm)
TS - 200	VE 4 T TP 10.001	200
TS - 250	VE 5 T	250
TS - 280	TP 10.002	280
TS - 300	VE 10 T TP 10005	300
TS - 350	VE 10 T	350

BRĂȚARA DE SUSȚINERE	STILP	D (mm).
BSC - 160	SC 10.001	160
BSC - 150	SC 10.002	150
BSC - 175	SC 10.005	175
BSC - 275	SCP/5006-120	275
BSC - 210	SC 15007	210
BSC - 370	SC 15014	370
BSC - 370	SC 15015	370

NOTĂ:

1). Produsul se protejează prin acoperire termică cu zinc, Conf. STAS 7221 - 90, grosimea stratului de zinc de minimum 44 μm. Piesele de asamblare cu filet se vor proteja prin zincare electrochimică, conform STAS 7222-84, grosimea stratului de zinc de minim 24 μm.

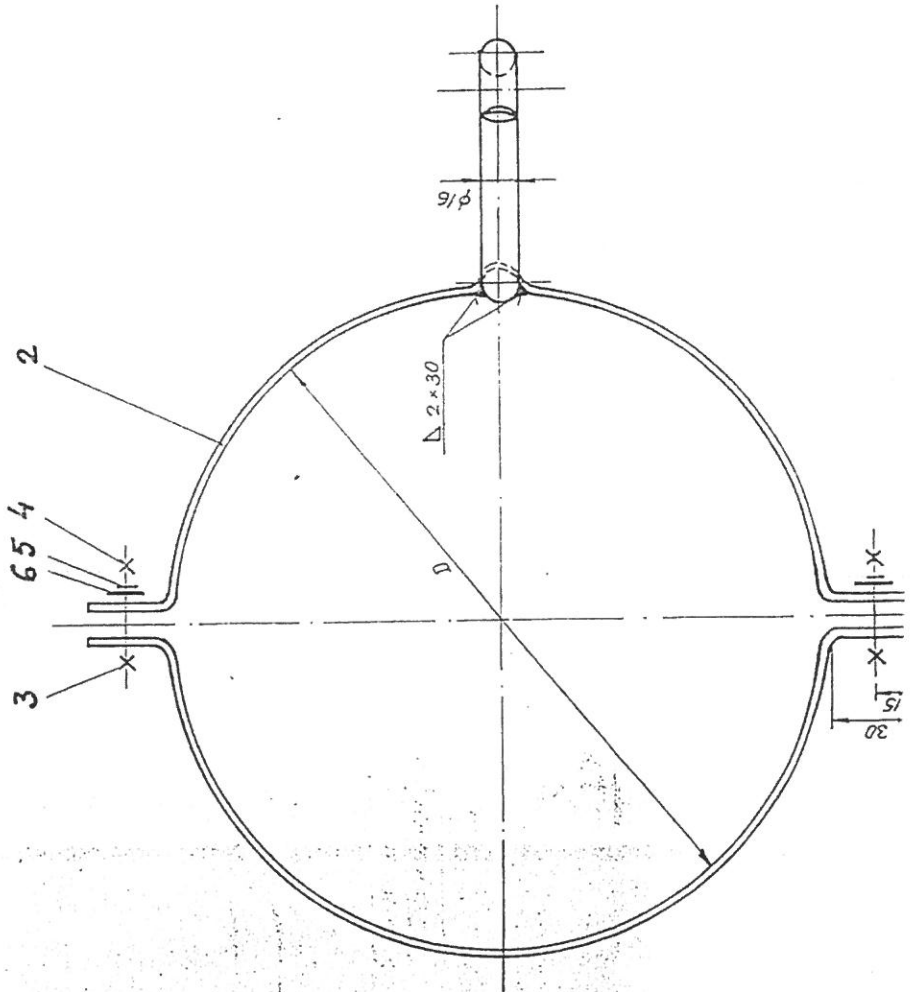
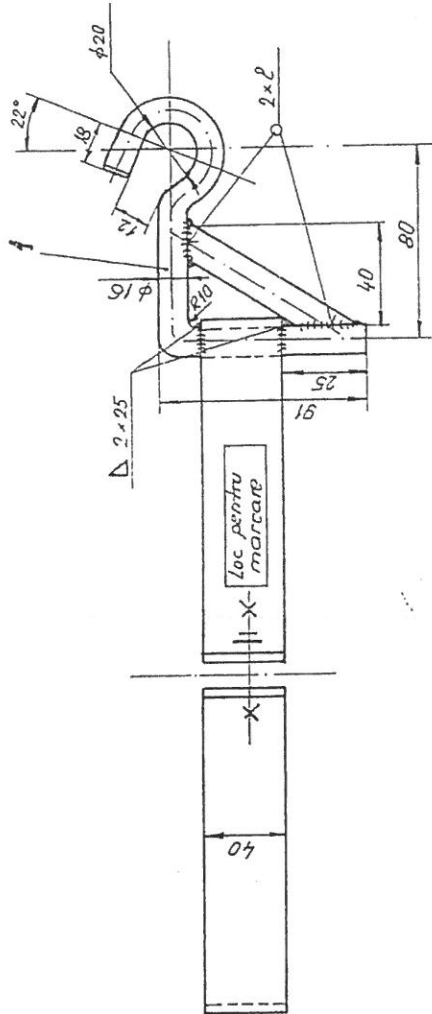


Figura 3

BRĂȚARĂ DE SUSȚINERE - STĂLPI CENTRIFUGAȚI - BSC

1. Suport cârlig
2. Brățară
3. Șurub cu cap hexagonal M 10 x 60
4. Piuliță M 10
5. Șaibă Grower
6. Șaibă plată

BĂRĂȚĂ DE SUSTINERE	STĂLP	DIMENSIUNI (mm)	
		Q	m
BSV - 165	SE 4 T	165	75
BSV - 205	SE 5 T	205	95
BSV - 265	SE 10 T	265	130
BSV - 320	SE 11 T	320	160
BSV - 280	SE 6 (7) TM	280	155
BSV - 350	SE 8 (9) T	350	190

NOTĂ:

1). Produsul se protejează prin acoperire termică cu zinc, conf. STAS 7221-90, grosimea stratului de zinc de minimum 44 μm.

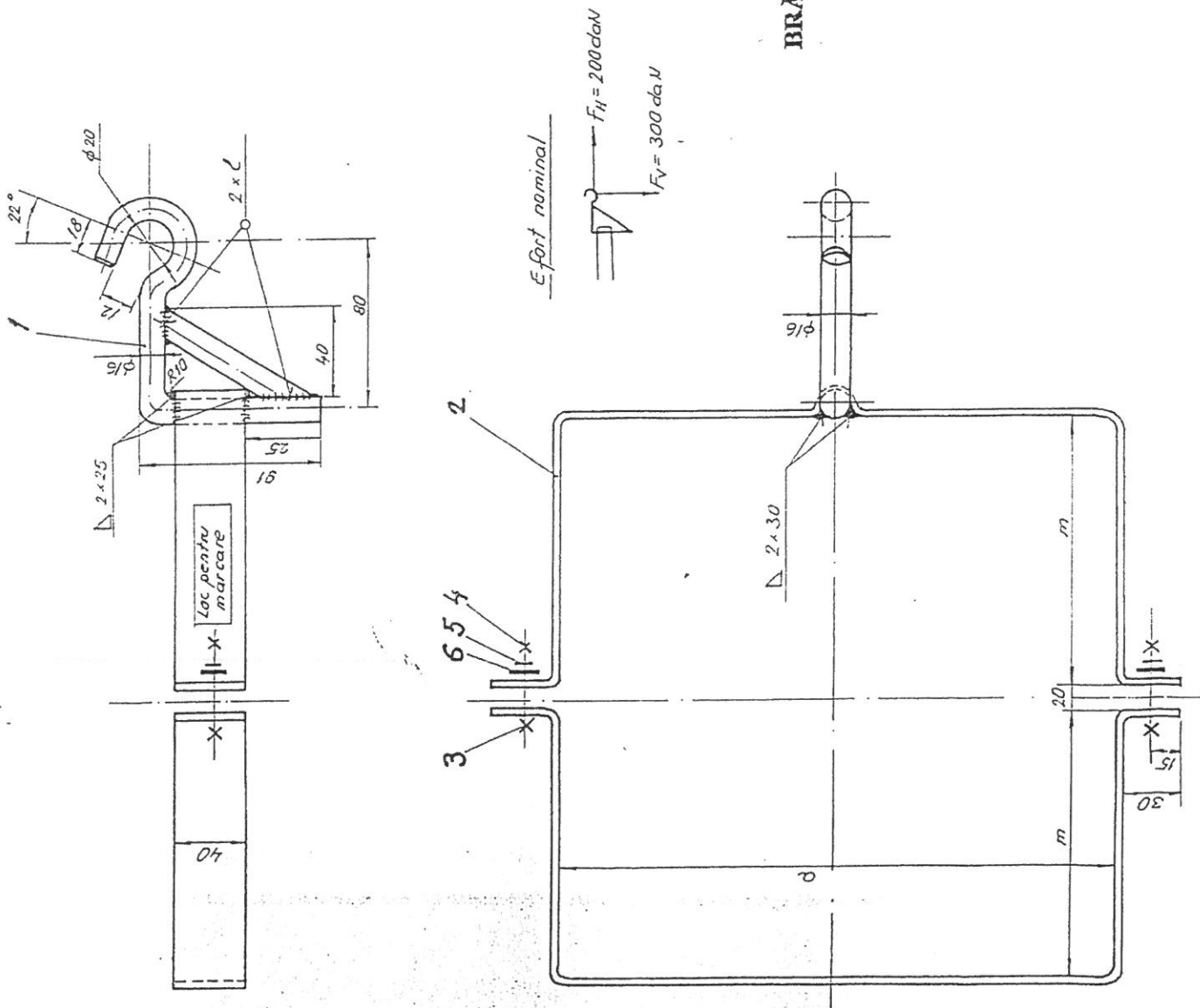
Piesele de asamblare cu filet se vor proteja prin zincare electrochimică, conform STAS 7222-84, grosimea stratului de zinc de minim 24 μm.

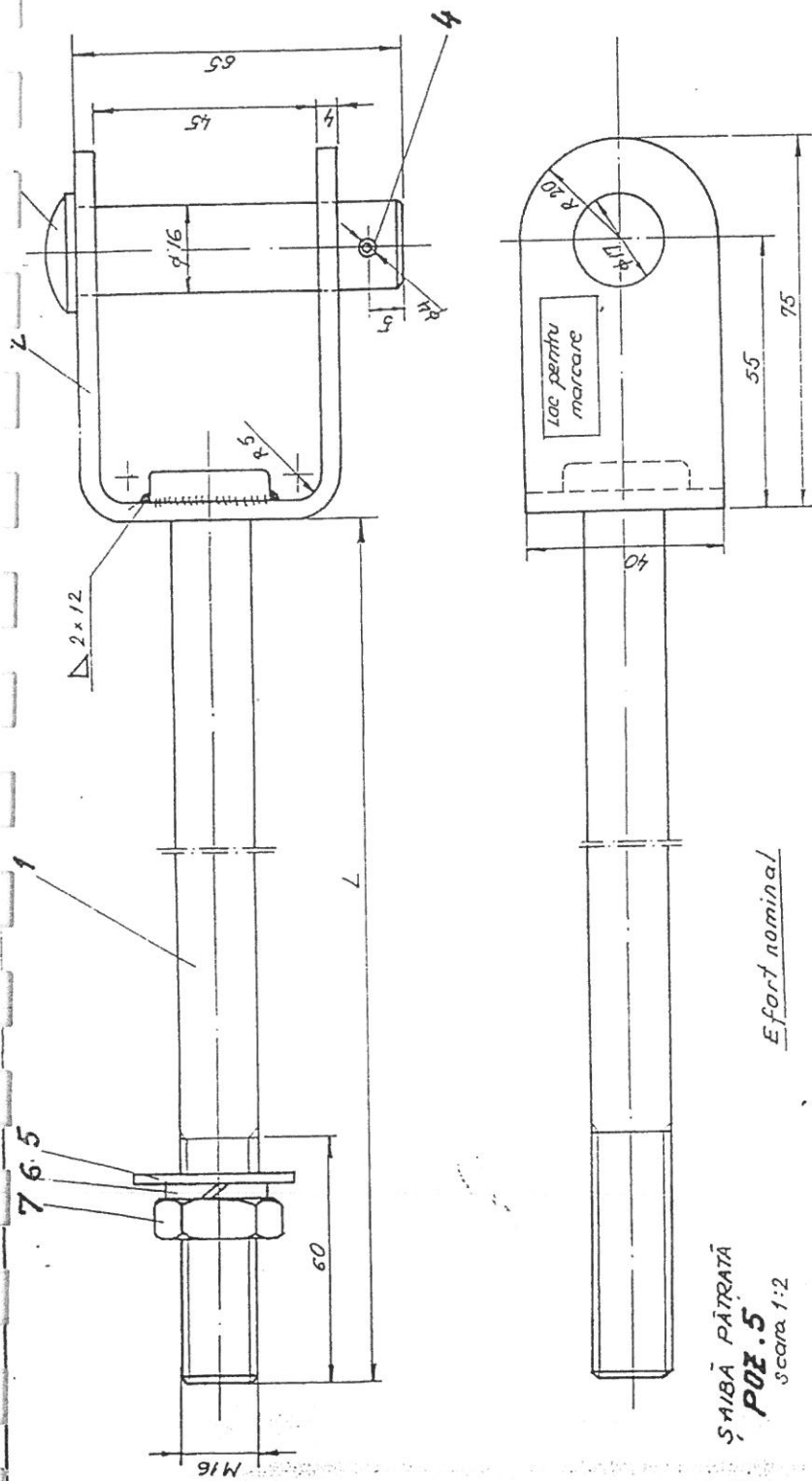
2). Brătară de susținere se montează cu cârligul pe partea plină a stălpului.

BRĂȚĂRĂ DE SUSTINERE - STĂLPI VIBRAȚI - BSV

1. Suport cârlig
2. Brătară
3. Șurub cu cap hexagonal M 10 x 60
4. Piuliță M 10
5. Șaibă Grower
6. Șaibă plată

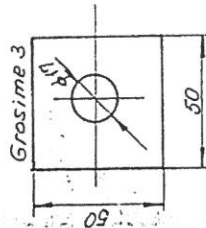
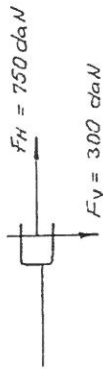
Figura 4





ȘAIBĂ PĂTRATĂ
POZ. 5
Scara 1:2

Efort nominal



NOTĂ:

1). Se va proteja prin zincare electrochimică conf. STAS 7222-89. Grosimea stratului de zinc, min. 24 μm.

Figura 5

TIJĂ DE ÎNTINDERE - TT 750

1. Tijă filetată
2. Suport U
3. Bolt
4. Cui spintecat
5. Șaibă pătrată
6. Șaibă Grover
7. Puliță M 16

TIJĂ DE ÎNTINDERE TIP	ȘTĪLP	L (mm).
TT - 200	SE 4T TP 10.001	200
TT - 230	SE 5T	230
TT - 280	TP 10.002	280
TT - 300	SE 10T TP 10.005	300
TT - 350	SE 11T	350

BRĂȚARA DE ÎNTINDERE	STĂLP	D (mm)
B7C - 160	SC 10001	160
B7C - 250	SC 10002	250
B7C - 275	SC 10005	275
B7C - 275	SCP 15006-120	275
B7C - 210	SC 15007	210
B7C - 370	SC 15014	370
B7C - 370	SC 15015	370

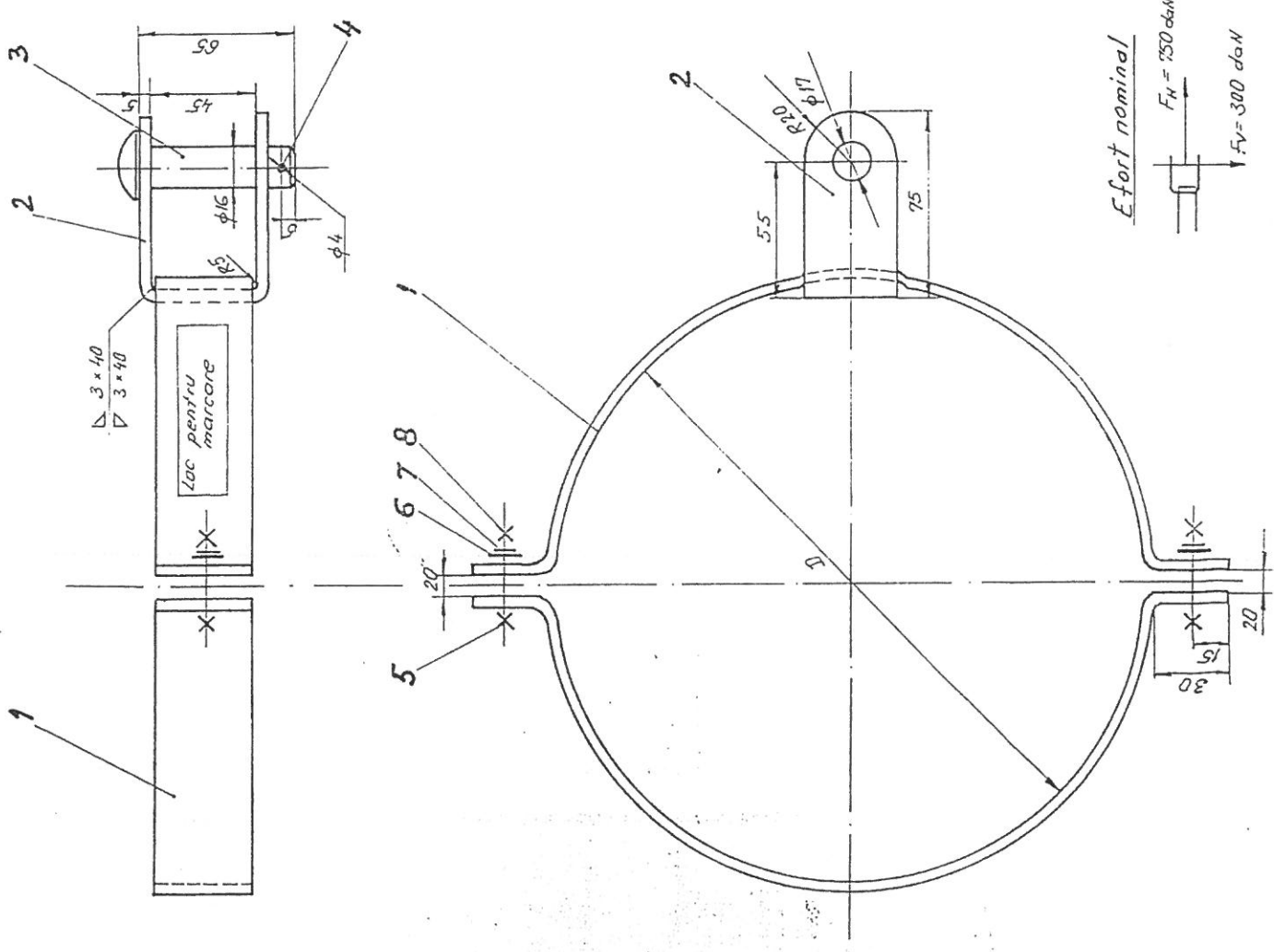
NOTĂ:

- 1). Se protejează prin acoperire termică cu zinc, conform STAS 7221-90, grosimea stratului de zinc minim 44 μm.
- 2). Piesele de asamblare cu filet se protejează prin zincare electrochimică, conform STAS 7222-89, grosimea stratului de zinc minim 24 μm.

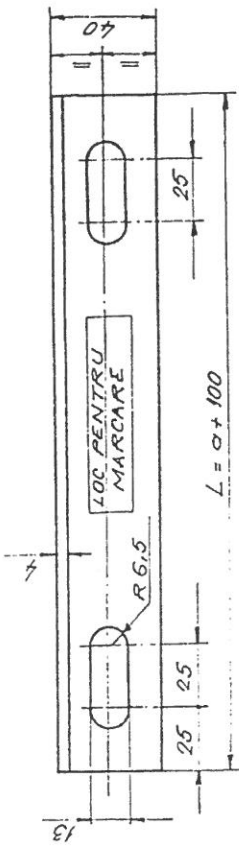
Figura 6

BRĂȚARĂ DE ÎNTINDERE - STĂLPI CENTRIFUGAȚI - BTC

1. Brățară
2. Suport U
3. Bolț
4. Cui spintecat
5. Surub M 10x60
6. Șaibă plată
7. Șaibă Grower
8. Piuliță M 10



CONSOLĂ
POZ. 2
SCARA 1:2.

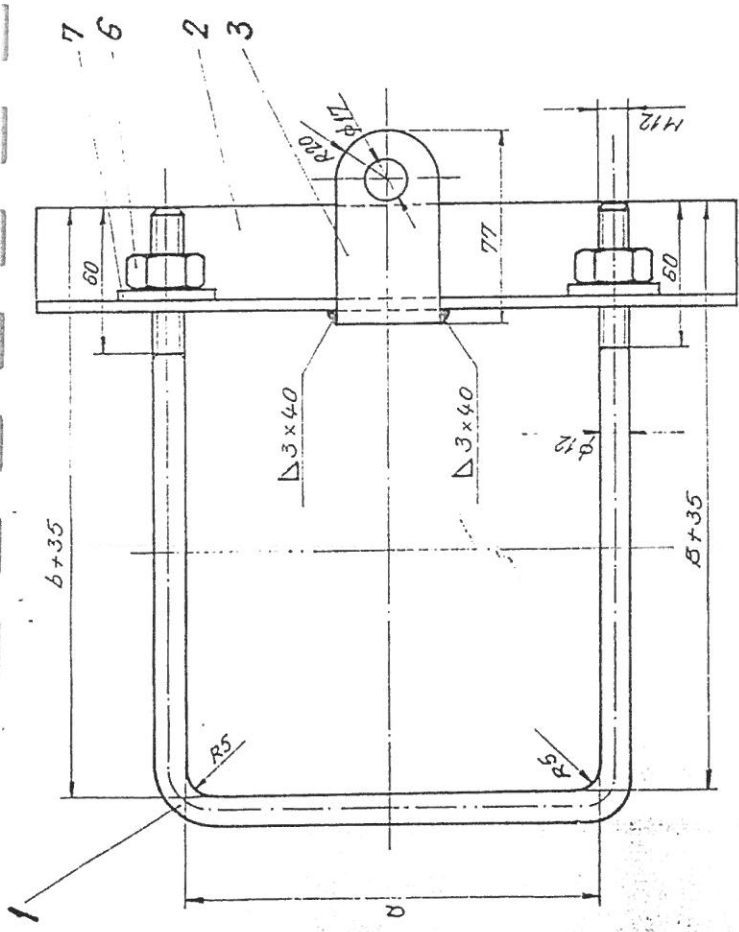


BRAȘARA DE ÎNTINDERE	STĂLP	DIMENSIUNI (mm).	
		a	b
BTVa - 165	SE 4 T	165	185
BTVa - 205	SE 5 T	210	230
BTVa - 265	SE 10 T	275	300
BTVa - 280	SE 6(7) TM	330	360
BTVa - 320	SE 11 T	330	360
BTVa - 350	SE 8(9) T	395	430

Figura 7

BRĂȘARĂ DE ÎNTINDERE - BTVa
STĂLPI VIBRAȚI (fața plină)

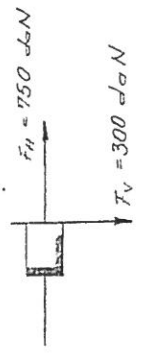
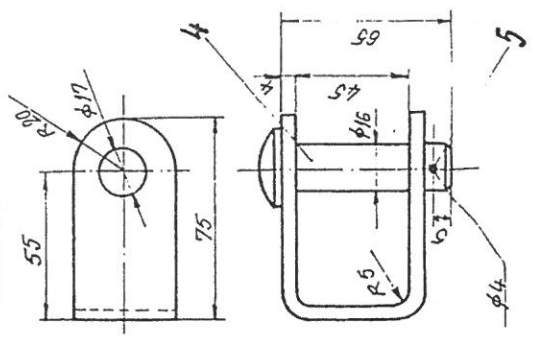
1. Brățară
2. Consolă
3. Suport U
4. Bolț
5. Cui spintecat
6. Puliță M 12
7. Șnabă plată



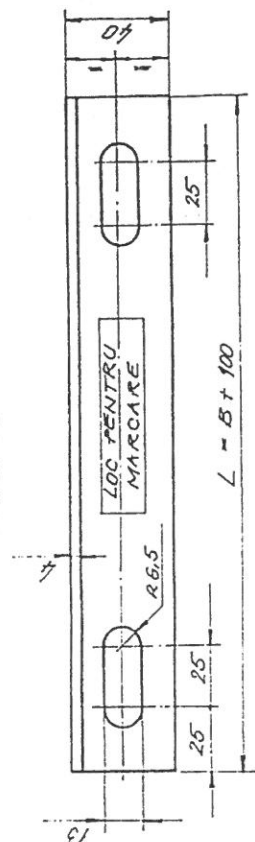
SUPORT "U"
POZ. 3, 4 ȘI 5
SCARA 1:2

NOTĂ:

- SE PROTEJEAZĂ PRIN ACOPERIRE TER-MINICĂ CU ZINC, CONF. STAS 7221-90, GROSIMEA STRATULUI DE ZINC MINIM 44 μm.
- PIESELE DE ASAMBLARE CU FILET SE PROTEJEAZĂ PRIN ZINCARE ELECTROCHIMICĂ, CONF. STAS 7222-89, GROSIMEA STRATULUI DE ZINC, MINIM 24 μm.
- BRĂȘARA SE MONTEAZĂ CU CONSOLA PE PARTEA PLINĂ A STĂLPULUI.



CONSOLĂ
POZ. 2
SCARA 1:2

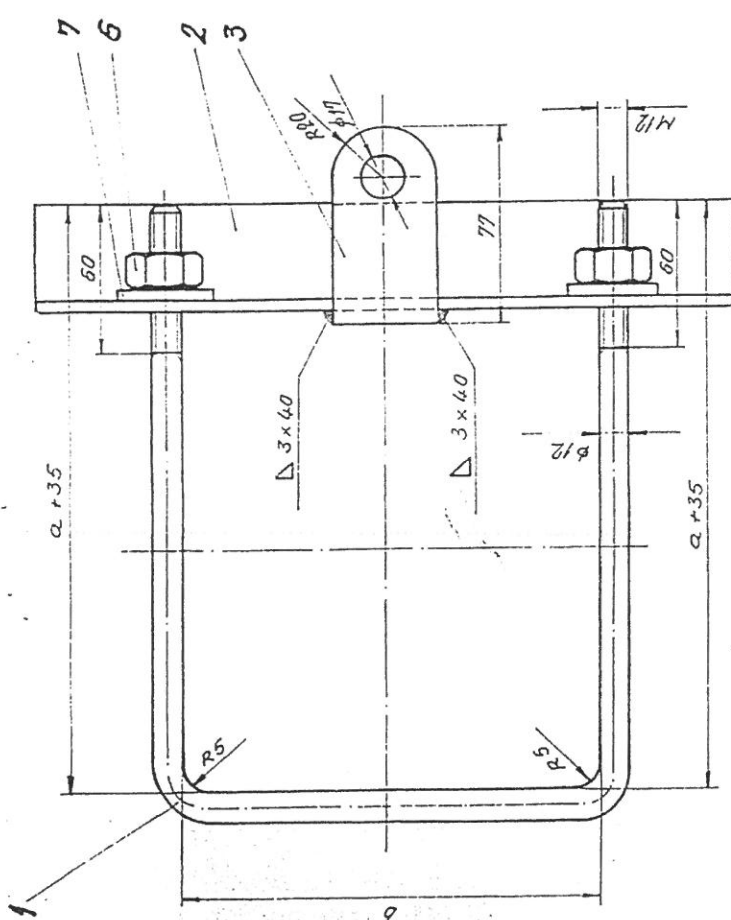


BRĂȚĂRĂ DE ÎNȚINDERE.	STĂLP	DIMENSIUNI (mm).	
		a	B
BTv6 - 165	SE 4 T	165	185
BTv6 - 210	SE 5 T	205	230
BTv6 - 275	SE 10 T	265	300
BTv6 - 330	SE 6(7) T	280	360
BTv6 - 330	SE 11 T	320	360
BTv6 - 395	SE 8(9) T	350	430

Figura 8

BRĂȚĂRĂ DE ÎNȚINDERE - BTv6
STĂLPURI VIBRAȚII (fața cu alveole)

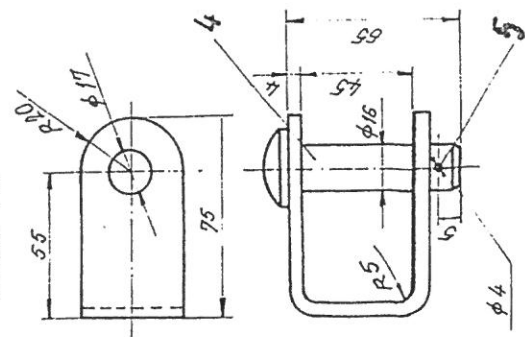
1. Brățară
2. Consolă
3. Suport U
4. Bolt
5. Cui spintecat
6. Piuliță M 12
7. Șaibă plată

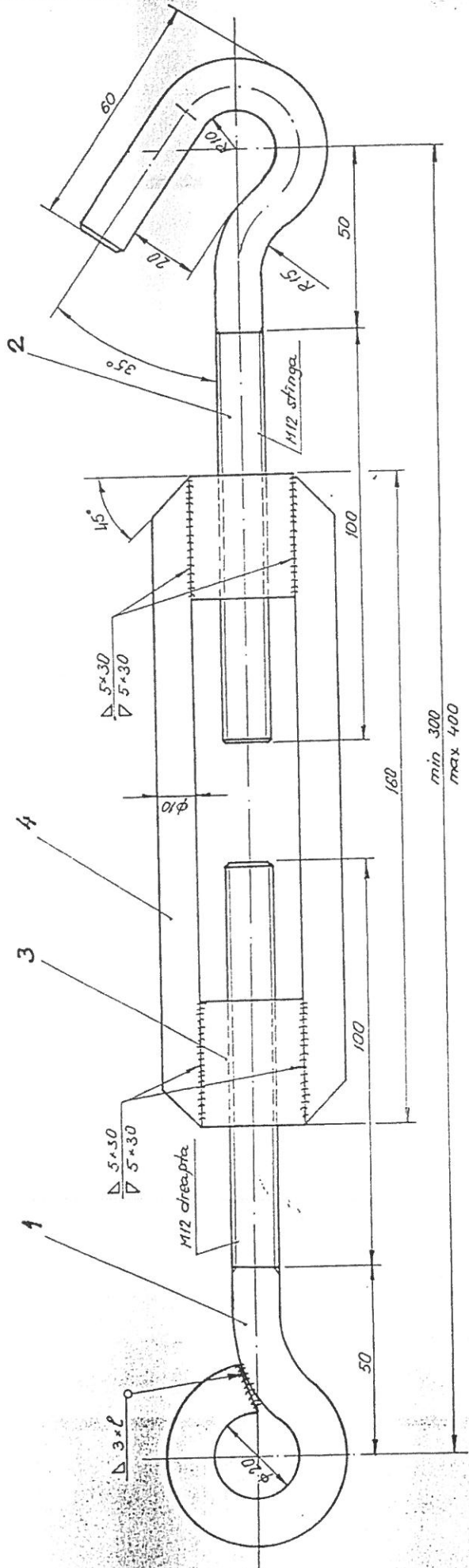


SUPORT "U"
POZ. 3, 4 ȘI 5.
SCARA 1:2

NOTĂ:

- SE PROTEJEAZĂ PRIN ACOPERIRE TERMICĂ CU ZINC, CONF. STAS 7221-90, GROSIMEA STRATULUI DE ZINC MINIM 44 μm.
- PIESELE DE ASAMBLARE CU FILET SE PROTEJEAZĂ PRIN ZINCARE ELECTROLITICĂ, CONF. STAS 7222-89, GROSIMEA STRATULUI DE ZINC, MINIM 24 μm.
- BRĂȚĂRĂ SE MONTEAZĂ CU CONSOLA PE PARTEA CLINĂ A STĂLPULUI.





Efort nominal



Figura 9

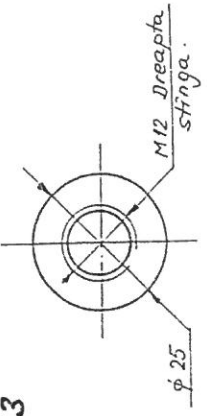
INTINZĂTOR REȚEA - IR 750

- 1. Ochi cu filet
- 2. Cărlig cu filet
- 3. Corp întîijitor
- 4. Bridă

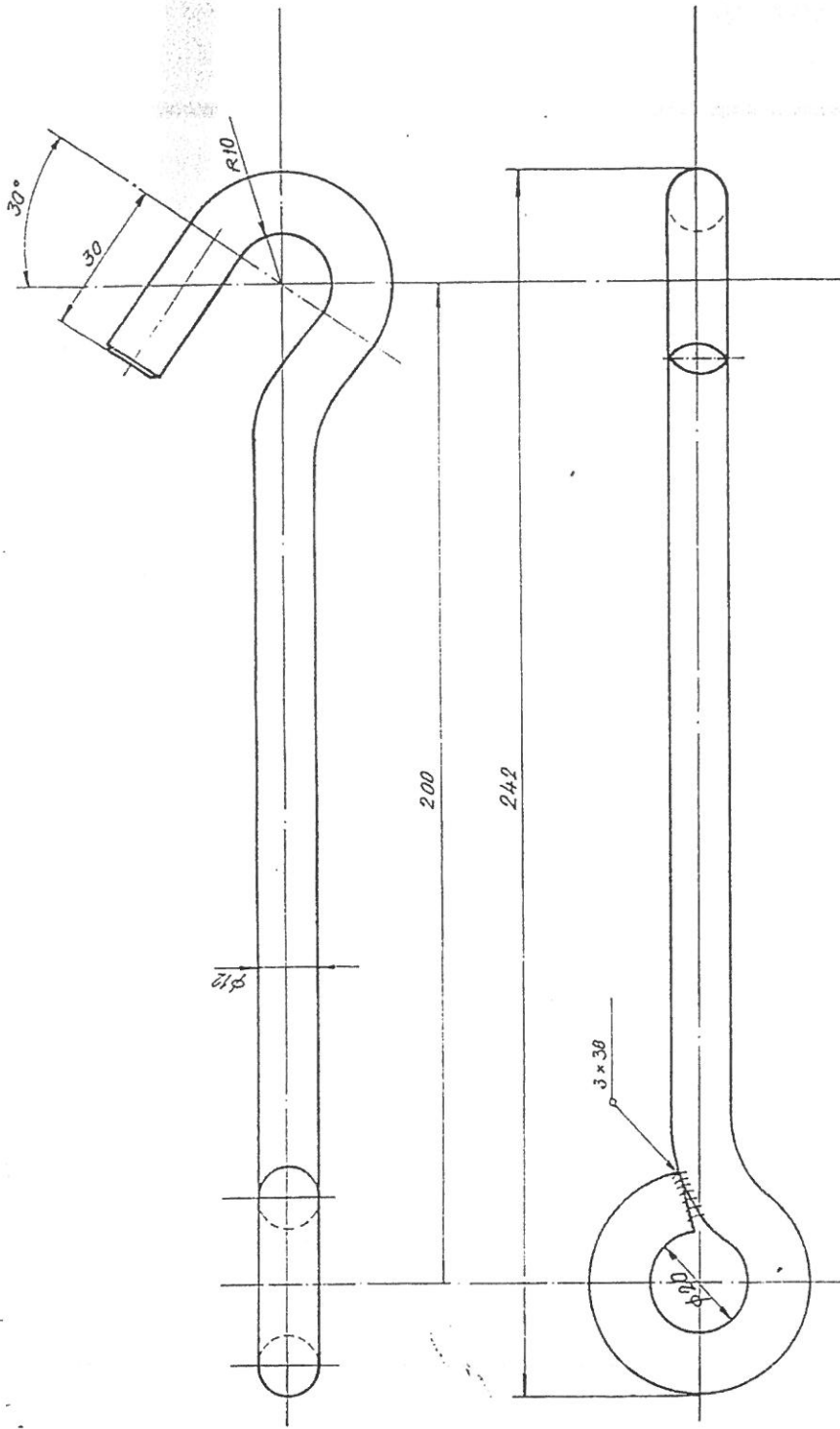
NOTĂ:

— Se protejează prin zincare electrochimică, grosimea minimă a stratului de zinc 24 μm .

POZ. 3



— Se execută 1 buc cu filet dreapta și 1 buc cu filet stînga.



EFORT NOMINAL
 $F = 750 \text{ daN}$

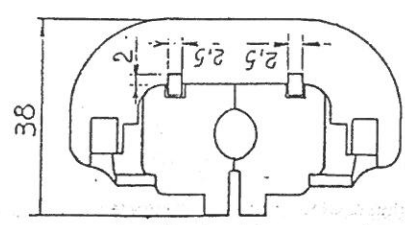
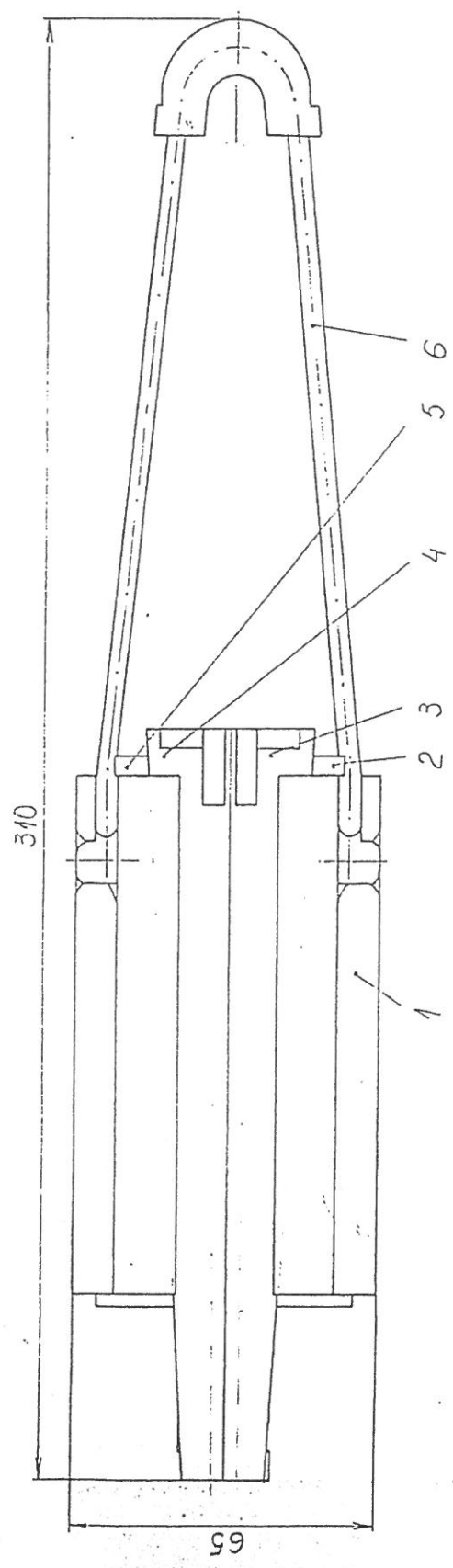
Figura 10

PRELUNGITOR REȚEA - IR 750

1. Suport teacă
2. Pană lateral stânga
3. Pană central stânga
4. Pană central dreapta
5. Pană lateral dreapta
6. Bridă

NOTĂ

SE PROTEJEAZĂ PRIN ZINCARE ELECTROCHIMICĂ,
 GROSIMEA MINIMĂ A STRATULUI DE ZINC 24 μm .



Vederç fără poz.6

Figura 11

CLEMĂ ÎNTINDERE REȚEA - CRT 750

- 1. Suport teacă
- 2. Pană laterală stânga
- 3. Pană centrală stânga
- 4. Pană centrală dreapta
- 5. Pană laterală dreapta
- 6. Bridă

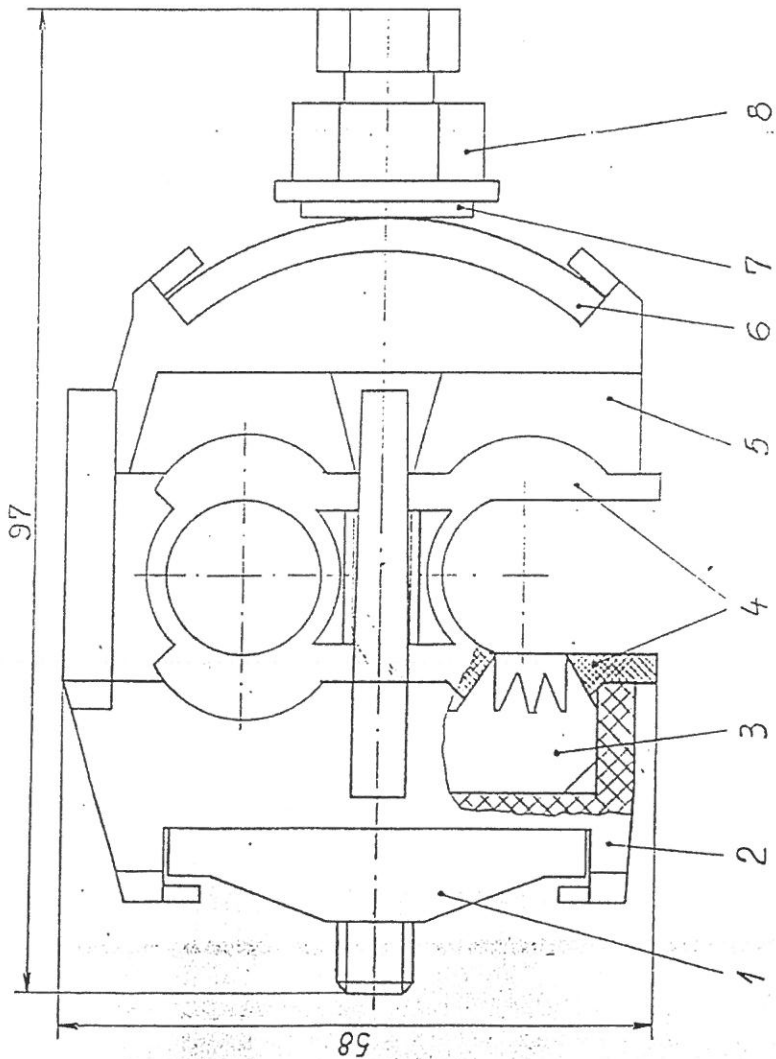
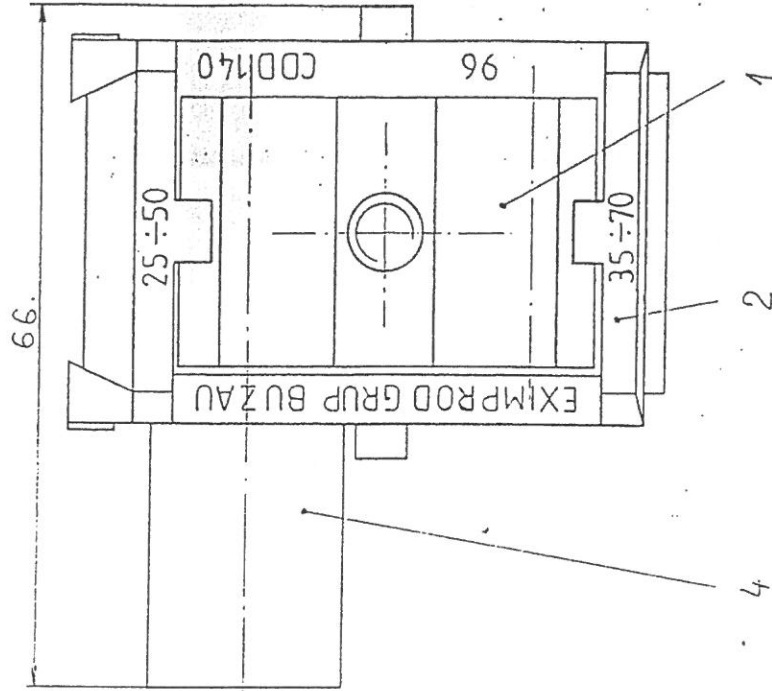


Figura 12

CLEMĂ DERIVATIE REȚEA - CDD 140
 (clemă cu dinți)

- 1. Piuliță specială M18
- 2. Bac fix
- 3. Punte cu dinți
- 4. Burduf
- 5. Bac mobil
- 6. Saibă specială
- 7. Saibă plată
- 8. Surrub cu cap fizibil M 8x80

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

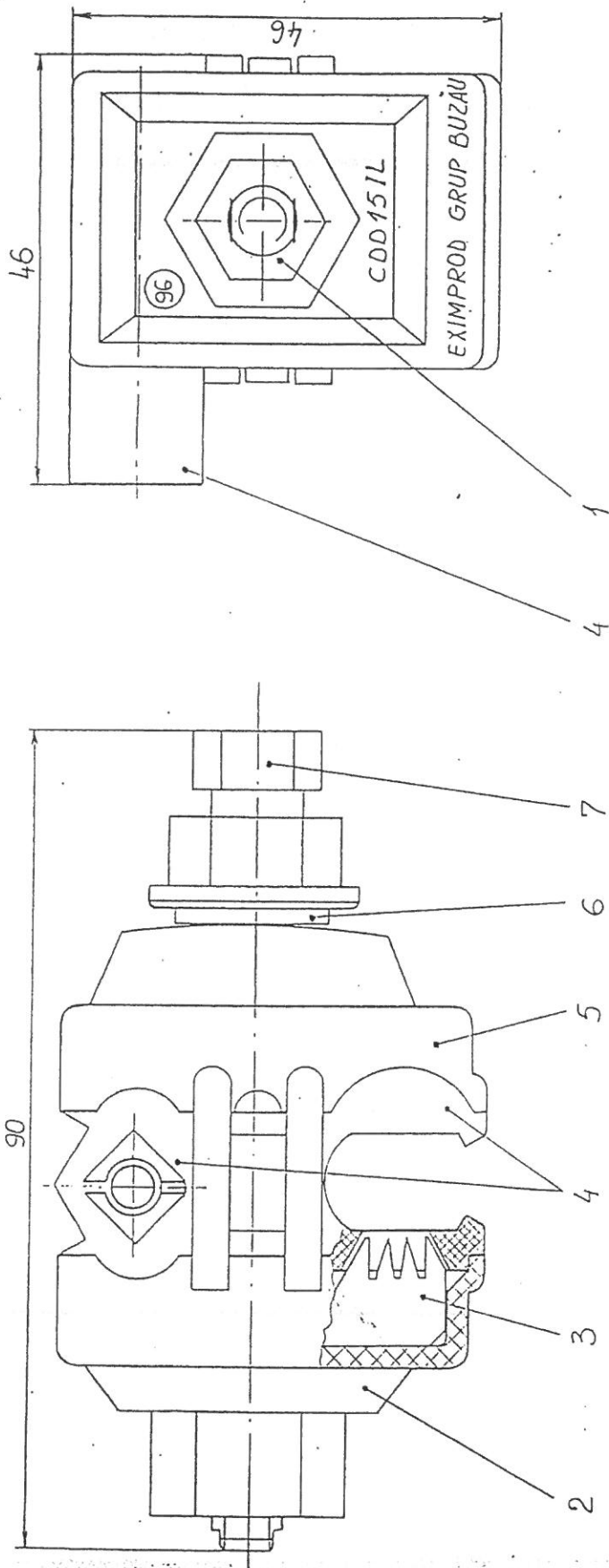


Figura 13

CLEMĂ DERIVATIE - CDD 15 IL
pentru ILUMINAT PUBLIC
(clemă cu dinți)

- 1. Piniță specială M18
- 2. Bac fix
- 3. Punte cu dinți
- 4. Burduf
- 5. Bac mobil
- 6. Saibă
- 7. Șurub cu cap firabil M 8x70

6. LINII ELECTRICE CU CONDUCTOARE IZOLATE TORSADATE CU DOUĂ CIRCUITE

Proiectarea, dimensionarea și realizarea liniilor electrice aeriene de joasă tensiune cu conductoare izolate torsadate cu două circuite se face în aceleași condiții prevăzute în capitolele anterioare. Particularitățile constau în condițiile de dimensionare a stâlpilor și modulului de așezare pe stâlpi a fasciculelor.

6.1. Calculul deschiderilor dintre stâlpi

6.1.1. Deschiderea la încărcări verticale se determină conform punctului 4.2.1. pentru fiecare din cele două fascicule, reținându-se valoarea cea mai mică.

6.1.2. Deschiderea la vânt se determină astfel încât, la încărcările generate de cele două fascicule, efortul admisibil în stâlp să nu fie depășit.

Se calculează deschiderea în două ipoteze, vânt maxim și vânt simultan cu chiciură, reținându-se valoarea cea mai mică.

$$\text{a) ipoteza vânt maxim : } a_v = \frac{M_{\text{cap}} - V * H_g}{a_g * (g_{1c1} + g_{1c2}) * B + g_{4c1} * H_{f1} + g_{4c2} * H_{f2}}$$

$$\text{b) ipoteza vânt simultan cu chiciură : } a_v = \frac{M_{\text{cap}} - V * H_g}{a_g * (g_{3c1} + g_{3c2}) * B + g_{4c1} * H_{f1} + g_{4c2} * H_{f2}}$$

unde M_{cap} este momentul capabil de calcul al stâlpului (daNm)

V - încărcarea orizontală datorată vântului pe stâlp (daN)

H_g - înălțimea deasupra solului a centrului de greutate a stâlpului; (m)

H_{f1} și H_{f2} - înălțimea deasupra solului a punctului de prindere a fasciculului 1, respectiv 2, pe stâlp (m)

a_g - deschiderea maximă la sarcini verticale (m);

g_{1c1} , g_{3c1} , g_{4c1} , g_{5c1} - încărcări unitare de calcul ale fasciculului 1 (daN/m);

g_{1c2} , g_{3c2} , g_{4c2} , g_{5c2} - încărcări unitare de calcul ale fasciculului 2 (daN/m);

B - distanța de la axul stâlpului la punctul de prindere a fasciculului pe stâlp (m);

6.1.3. Deschiderea nominală se calculează pentru ambele fascicule, reținându-se valoarea cea mai mică.

$$a_n = \sqrt{8 * P * f_{\text{max}} / \gamma_n} \quad (\text{m})$$

unde P este tracțiunea aferentă săgeții maxime (daN/ mm²)

γ_n - încărcarea specifică normată a fascicului corespunzătoare ipotezei la care apare săgeata maximă

f_{\max} - săgeata maximă impusă de gabaritul la sol $\Rightarrow f_{\max} = H_f - H_{gab}$ (m)

H_f este înălțimea de la sol la punctul de prindere a fascicului (m)

H_{gab} - gabaritul la sol al fascicului la săgeată maximă (m)

6.1.4. Deschiderea dintre stâlpi este valoarea minimă dintre *deschiderea la încărcări verticale* (a_g), *deschiderea la încărcări date de vânt* (a_v) și *deschiderea nominală* (a_n).

$$a = \min (a_g, a_v, a_n) \quad (m)$$

6.2. Stâlpi terminali

Stâlpul terminal se dimensionează astfel încât momentul capabil al stâlpului să nu fie depășit atât pe direcția principală cât și pe direcția secundară. Schema de încărcare a stâlpului terminal este prezentată în figura 6.1.

a) direcția principală : $M_{cap} \geq T_1 * H_{f1} + T_2 * H_{f2} + (g_{3c1} + g_{3c2}) * B * a / 2$ (daNm)

b) direcția secundară : $M_{cap} \geq (g_{4c1} + g_{4c2}) * (H_{f1} + H_{f2}) * a / 2 + V * H_g$ (daNm)

unde T_1 este tracțiunea maximă care apare în fascicul 1 (daN)

T_2 este tracțiunea maximă care apare în fascicul 2 (daN)

H_{f1} - înălțimea de sol la punctul de prindere a fascicului 1 pe stâlp (m)

H_{f2} - înălțimea de sol la punctul de prindere a fascicului 2 pe stâlp (m)

V - încărcarea orizontală datorată vântului pe stâlp (daN)

H_g - înălțimea deasupra solului a centrului de greutate a stâlpului (m)

a - deschiderea reală (m)

$g_{3c1}, g_{4c1}, g_{3c2}, g_{4c2}$ - încărcarea unitară de calcul a fascicului 1, respectiv 2 (daN/m)

H_{f1} - înălțimea deasupra solului a punctului de prindere a fascicului 1 (m)

H_{f2} - înălțimea deasupra solului a punctului de prindere a fascicului 2 (m)

6.3. Stâlpi de susținere în aliniament

stâlpii de susținere în aliniament se aleg astfel încât deschiderea reală (a) să fie mai mică, cel mult egală, cu valoarea minimă dintre deschiderea la sarcini verticale (a_g), deschiderea la vânt (a_v) și deschiderea nominală (a_n)

6.4. Stâlpi de colț

Domeniul de utilizare a stâlpilor de susținere sau întindere în colț se determină prin calcularea unghiului maxim al liniei, astfel încât eforturile care apar în stâlp, să nu producă momente mai mari decât momentul capabil.

Unghiul de colț (2α) al liniei se determină din relația :

a) ipoteza vânt maxim

$$\alpha = \arccos \left[\frac{M_{\text{cap}} - V * H_g - a * (g_{1c1} + g_{1c2}) * B - a * (g_{4c1} * H_{f1} + g_{4c2} * H_{f2})}{2 * T * (H_{f1} + H_{f2})} \right]$$

b) ipoteza vânt simultan cu chiciură

$$\alpha = \arccos \left[\frac{M_{\text{cap}} - V * H_g - a * (g_{3c1} + g_{3c2}) * B - a * (g_{5c1} * H_{f1} + g_{5c2} * H_{f2})}{2 * T * (H_{f1} + H_{f2})} \right]$$

unde a este deschiderea nominală dintre stâlpi.
 T - tracțiunea orizontală (daN)
 α - unghiul liniei
 Restul notațiilor sunt cunoscute de mai sus.

6.5. Stâlpi de întindere

Deschiderea la încărcări verticale, deschiderea la vânt și deschiderea nominală pentru stâlpii de întindere în aliniament se determină ca la stâlpii de susținere.
 În plus, stâlpul de întindere se verifică și ca stâlp terminal.

6.6. Recomandări privind utilizarea stâlpilor la liniile cu două circuite

- Pentru liniile electrice cu conductoare izolate torsadate cu două circuite se utilizează de regulă, aceleași tipuri de stâlpi ca și la liniile simplu circuit.
- Constructiv, liniile cu două fascicule se realizează în două moduri : cu fasciculele montate pe aceeași parte a stâlpului (cazul prezentat mai sus), sau cu fasciculele montate de o parte și alta a stâlpului, situație în care, în acest ultim caz, eforturile în stâlp sunt mai echilibrate și relațiile de calcul se modifică, ținându-se seama de sensul momentului produs de fiecare fascicul.