

## PARATRĂSNETUL

Protecția stațiilor electrice împotriva supratensiunilor se face prin alegerea și coordonarea izolației precum și prin instalații speciale (descărcătoare, paratrăsnete).

Coordonarea izolației reprezintă un ansamblu de măsuri luate în scopul preîntâmpinării și prevenirii efectelor descărcărilor electrice, iar dacă din anumite motive (economice) acest lucru nu este posibil, se impune dirijarea acestor descărcări spre acele puncte ale Sistemului Electroenergetic astfel încât pagubele și efectele să fie minime.

**Paratrăsnetul** este un dispozitiv de protecție a construcțiilor împotriva loviturilor directe de trăsnet. Este alcătuit din elemente de captare amplasate deasupra construcției protejate, elemente de coborâre și elemente de legare la pământ.

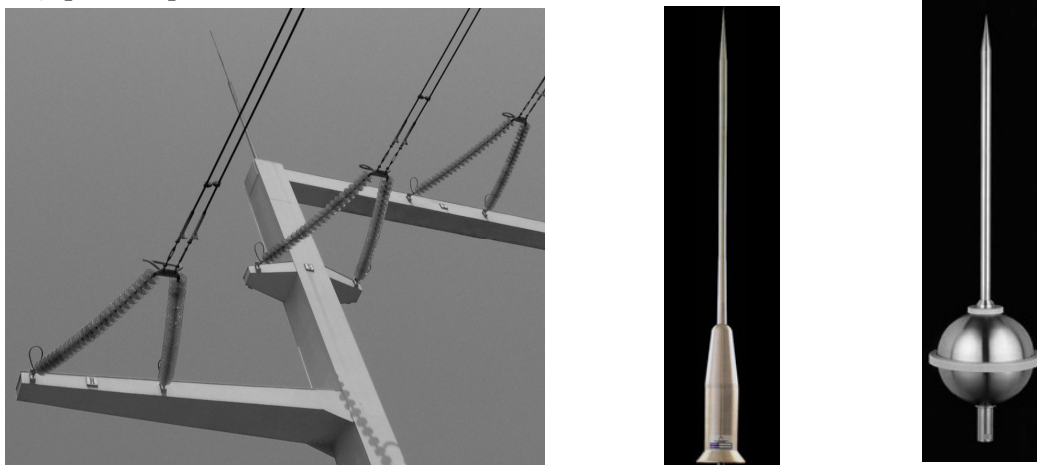
Instalațiile exterioare, având tensiuni mai mari de 20 kV, trebuie protejate împotriva loviturilor directe de trăsnet prin paratrăsnete verticale și/sau orizontale, legate la centura de legare la pământ a stației.

Alegerea tipului de paratrăsnet, precum și modul de amplasare a acestora se vor face pe baza unui calcul tehnico-economic, ținându-se seama de:

- distanțele dintre cadrele stației;
- distanțele între echipamente;
- înălțimea stâlpilor;
- zonele de protecție asigurate de paratrăsnetele verticale și orizontale;
- cheltuielile de întreținere și reparații (vopsirea periodică etc).

La instalațiile cu tensiuni de 110 kV, 220 kV, 400 kV și 750 kV, paratrăsnetele se montează pe cadrele instalației respective.

*Paratrăsnetul vertical* se amplasează de obicei pe stâlpii din beton sau din metal ai stațiilor electrice. Paratrăsnetul vertical se compune dintr-o tijă metalică telescopică cu element de captare a loviturilor de trăsnet, un element de susținere a țigii metalice, coborârea la priza de pământ și priza de pământ.



**Fig. 5.1. Paratrăsnete verticale**

**Eficiența paratrăsnetului** vertical este caracterizată prin *zona lui de protecție* (figura 5.2), definită ca spațiul cuprins în jurul paratrăsnetului în care un obiect este protejat cu un factor de risc de  $10^{-3}$  împotriva de loviturile directe de trăsnet datorită orientării trăsnetului spre paratrăsnet.

Zona de protecție se calculează cu relația:

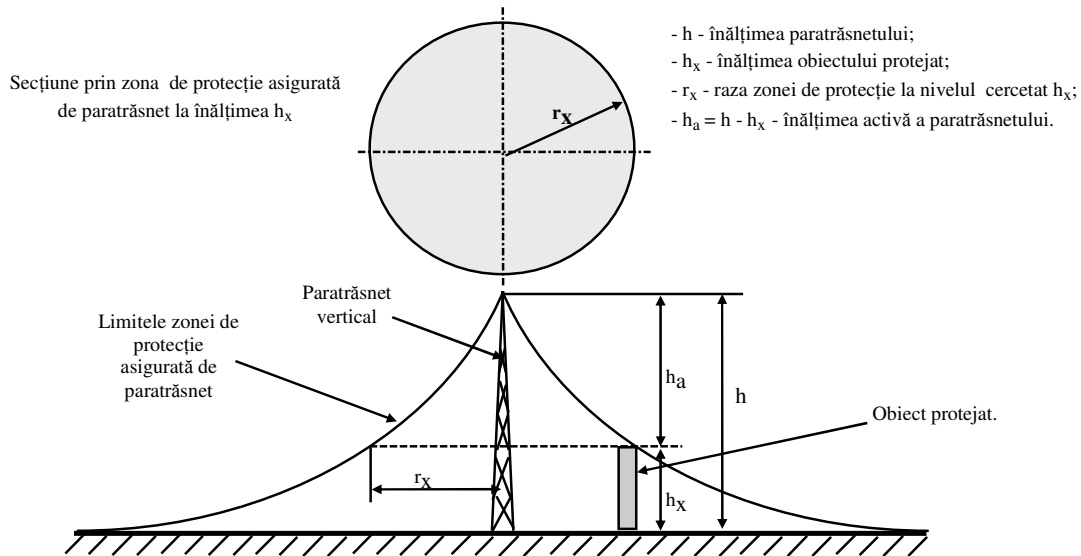
$$r_x = h_a \cdot \frac{1,6 \cdot p}{1 + \frac{h_x}{h}} \quad (5.1)$$

$h$  – înălțimea paratrăsnetului;

$r_x$  și  $h_x$  – coordonatele zonei de protecție ( $r_x$  - raza de protecție a unui paratrăsnet la nivelul cercetat  $h_x$ );

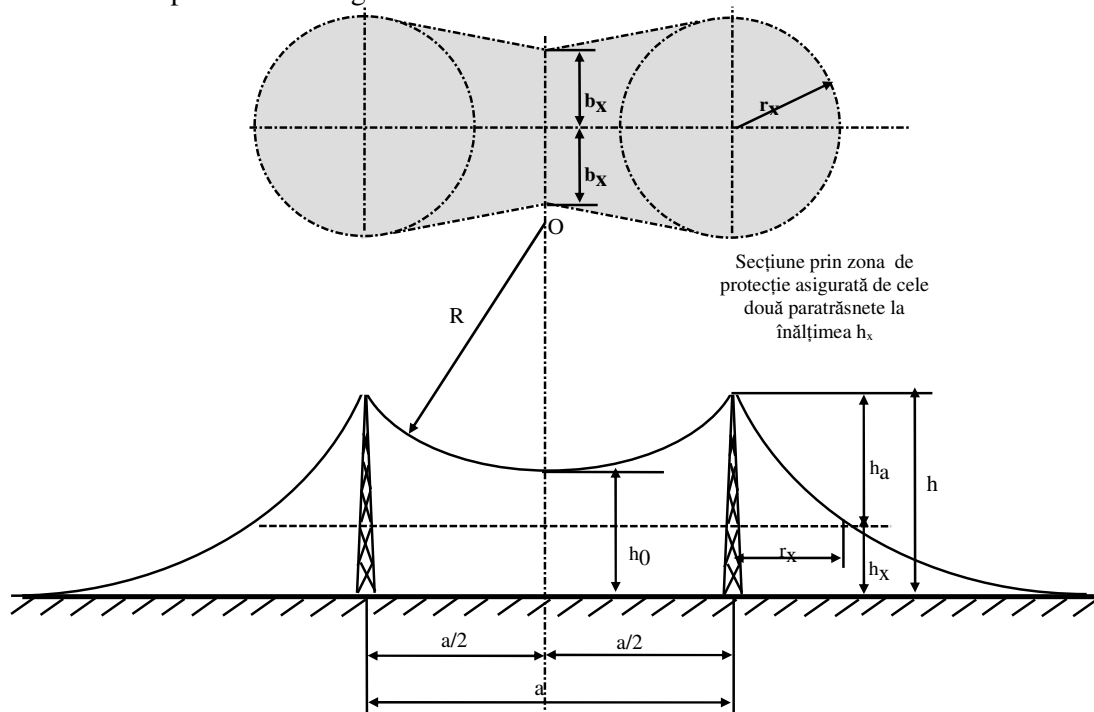
$h_a$  – supraînălțimea paratrăsnetului deasupra obiectului de protejat ( $h_a = h - h_x$ );

$p = 1$  pentru paratrăsnete cu  $h \leq 30\text{m}$  și  $p = \frac{5,5}{\sqrt{h}}$  pentru paratrăsnetele cu  $h \geq 30\text{m}$ .



**Fig. 5.2. Zonă de protecție a unui paratrăsnet vertical**

Zona de protecție a două paratrăsnete verticale, egale ca înălțime și așezate în apropiere unul de celălalt este prezentată în figura 5.3.



**Fig. 5.3. Zona de protecție a două paratrăsnete verticale**

Notațiile din figură au următoarele semnificații:

$a$  este distanța dintre paratrăsnete;

$2 b_x$  - lățimea minimă a zonei de protecție la nivelul cercetat  $h_x$ ;

$r_x$  - raza de protecție a unui paratrăsnet la nivelul cercetat  $h_x$ ;

$R$  - raza circumferinței care trece prin vârfurile paratrăsnetelor și punctul  $O$ , dispuse la nivelul  $h_o$ .

În practică drept paratrăsnete se utilizează și alte obiecte înalte, cum sunt turnuri de răcire, antene sau alte construcții înalte, la care se asigură legarea la pământ a vârfurilor.

Elementul de captare al unui paratrăsnet se realizează dintr-o tijă cu secțiunea minimă de  $16 \text{ mm}^2$  din oțel sau  $6 \text{ mm}^2$  din cupru.

*Paratrăsnetul orizontal sau conductoarele de protecție* sunt montate pe liniile electrice aeriene, având scopul de a proteja conductoarele active împotriva loviturilor directe de trăsnet.



**Fig. 5.4. Paratrăsnet orizontal**

Paratrăsnetele orizontale trebuie să se realizeze din următoarele materiale:

- conductoare funie de oțel cu o secțiune de  $35 \div 95 \text{ mm}^2$ , în funcție de deschiderea dintre stâlpi;
- conductoare de oțel-aluminiu;
- benzi de oțel-aluminiu;
- benzi de oțel întinse pe conturul clădirii;
- oțel rotund sub formă de balustradă.

Zona de protecție a unui paratrăsnet orizontal este spațiul cuprins în jurul paratrăsnetului în care un obiect este ferit de loviturile directe de trăsnet cu un factor de risc de  $10^{-3}$ .

Zona de protecție a unui paratrăsnet orizontal se calculează cu relația:

- a. pentru un paratrăsnet orizontal dispus la o înălțime  $h \leq 30 \text{ m}$ :

$$\frac{r_x}{h_a} = \frac{k}{1 + \frac{h_x}{h}} \quad (5.2)$$

$k$  este un coeficient care ia valoarea 0,8 la liniile aeriene și 1,2 în cazul protecției construcțiilor de pe teritoriul centralelor și stațiilor electrice.

b. pentru un paratrăsnet orizontal dispus la o înălțime  $30 \text{ m} < h < 100 \text{ m}$ :

$$\frac{r_x}{h_a} = \frac{k}{1 + \frac{h_x}{h}} \cdot p \quad (5.3)$$

Zona de protecție a unui paratrăsnet orizontal este reprezentată în figura 5.5.

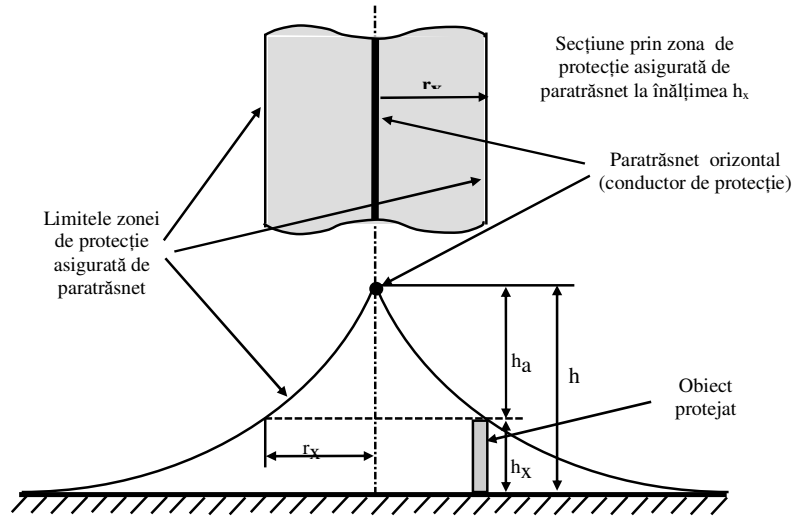


Fig. 5.5. Zona de protecție a unui paratrăsnet orizontal

Zona de protecție a două paratrăsnete orizontale paralele este reprezentată în figura 5.6. Zonele exterioare ale zonei de protecție se determină ca pentru un paratrăsnet orizontal.

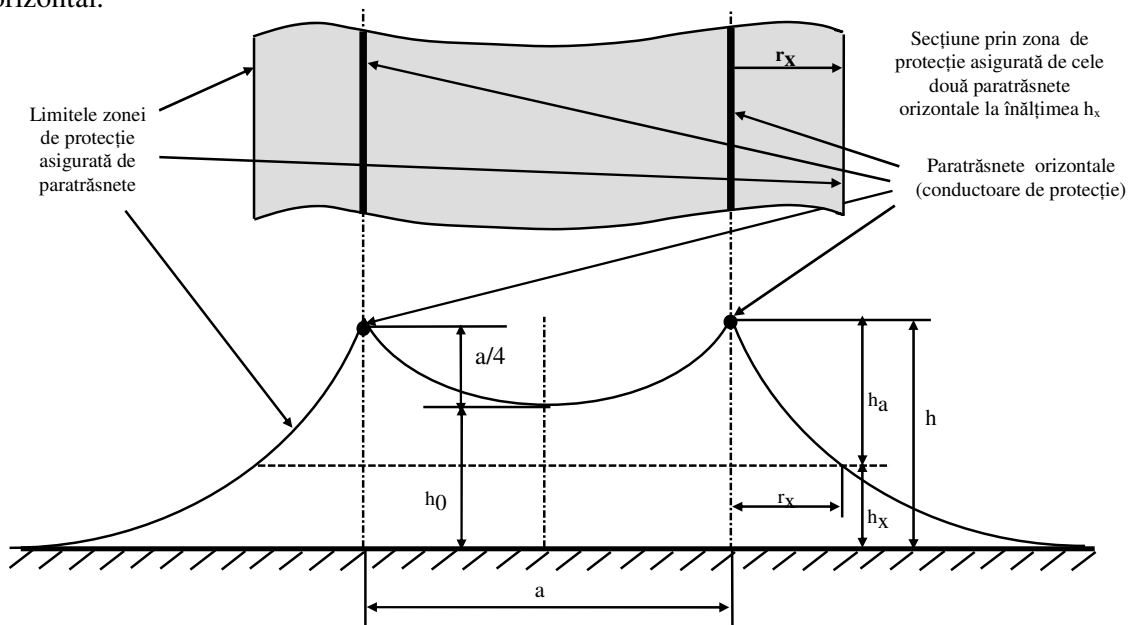


Fig. 5.6. Zona de protecție a două paratrăsnete orizontale

**Aplicație Paratrăsnete verticale**

1. Sunt date: raza zonei de protecție,  $r_x = 16$  m; înălțimea la nivelul cercetat,  $h_x = 10$  m. Se determină înălțimea paratrăsnetului vertical utilizând nomograma pentru calculul zonei de protecție a unui paratrăsnet vertical cu înălțimea  $h \leq 30$  m (figura 5.7). Astfel, unind printr-o dreaptă punctele  $h_x$  și  $r_x$  de pe scările respective, se obține pe axa Z:

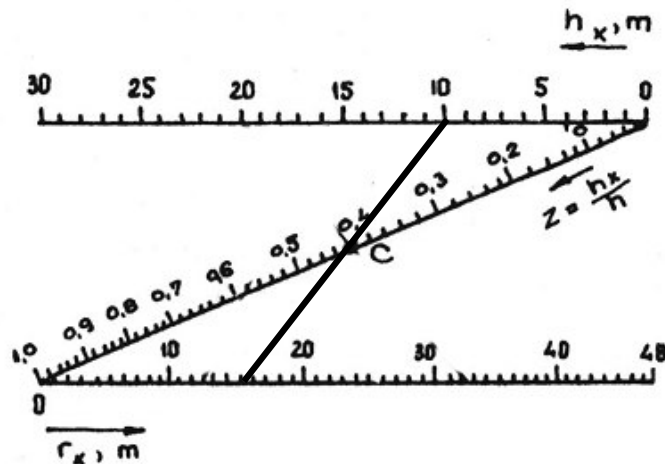


Fig. 5.7. Nomograma pentru calculul zonei de protecție a unui paratrăsnet vertical cu înălțimea  $h \leq 30$  m

$$Z = \frac{h_x}{h} = 0,4$$

În aceste condiții:

$$h = \frac{h_x}{Z} = \frac{10}{0,4} = 25 \text{ m}$$

**Aplicație Paratrăsnete orizontale**

Sunt date: raza zonei de protecție  $r_x = 40$  m, iar înălțimea la nivelul cercetat  $h_x = 60$  m.

Se determină înălțimea de montare a paratrăsnetului orizontal, utilizându-se nomograma pentru calculul zonei de protecție a unui paratrăsnet orizontal plasat la o înălțime  $30 \text{ m} < h \leq 100 \text{ m}$  (figura 5.8).

Astfel, unind printr-o dreaptă punctele  $h_x$  și  $r_x$  de pe scările respective, se obține pe axa Z:

$$Z = \frac{h_x}{h} = 0,35$$

În aceste condiții:

$$h = \frac{h_x}{Z} = \frac{60}{0,35} = 171,42 \text{ m}$$

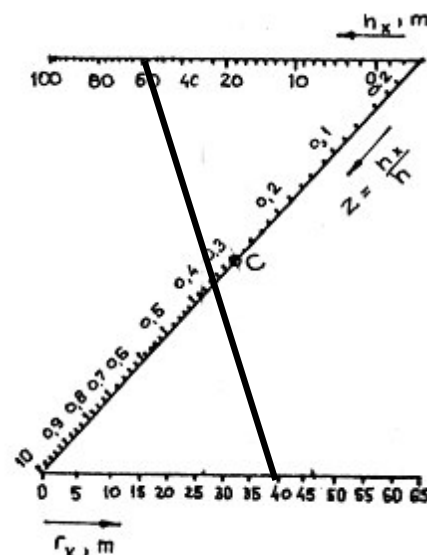


Fig. 5.8. Nomograma pentru calculul zonei de protecție a unui paratrăsnet orizontal montat la o înălțime  $30 < h \leq 100$  m

### Exemplu de calculul al instalației de protecție împotriva loviturilor de trăsnet

Considerăm o stație electrică dispusă pe o suprafață ca în figura 5.9.

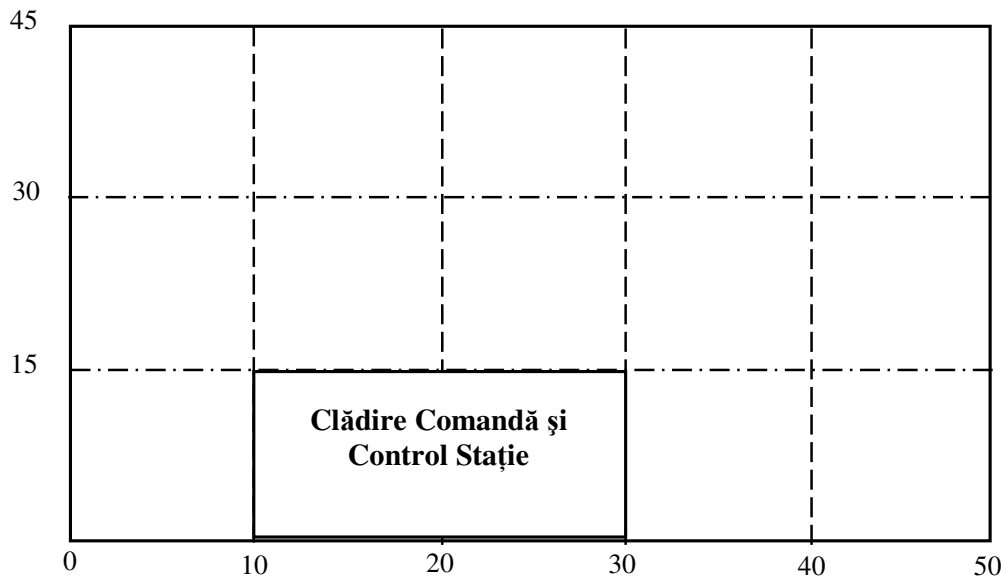
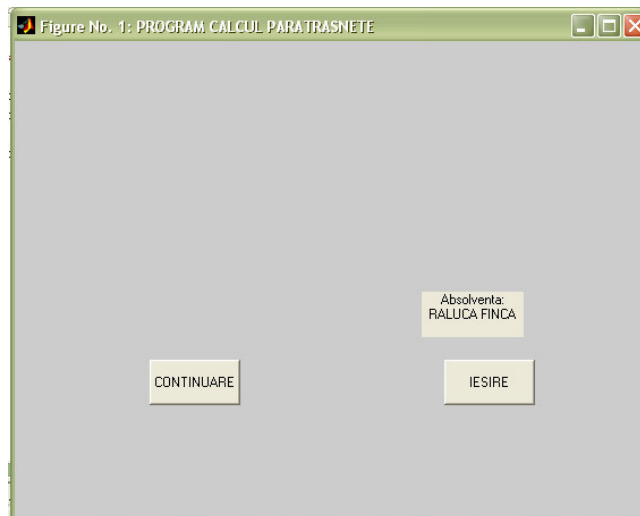


Fig. 5.9. Stație electrică

Se pornește MATLAB și se alege calea pentru directorul curent. Odată selectat directorul nu mai rămâne altceva de făcut decât să deschidem programul cu instrucțiunea: Ctrl+O sau din FILE – Open. Se dă click pe icoana **pag\_1** și se urmăresc pașii de mai jos.



Parametrii inițiali ai stației sunt:

- lungime:  $x = 50$  m și lățime:  $y = 45$  m;
- pasul de caroiaj:
  - de-a lungul axei Ox:  $u = 10$  m;
  - de-a lungul axei Oy:  $v = 15$  m.

Matricea înălțimilor diferitelor echipamente care fac parte din stație este definită mai jos. Rezultă 24 de puncte care sunt notate astfel:

- (0,0), (0,15), (0,30), (0,45) prima linie;
- (10,0), (10,15), (10,30), (10,45) a doua linie etc.

Înălțimile sunt:

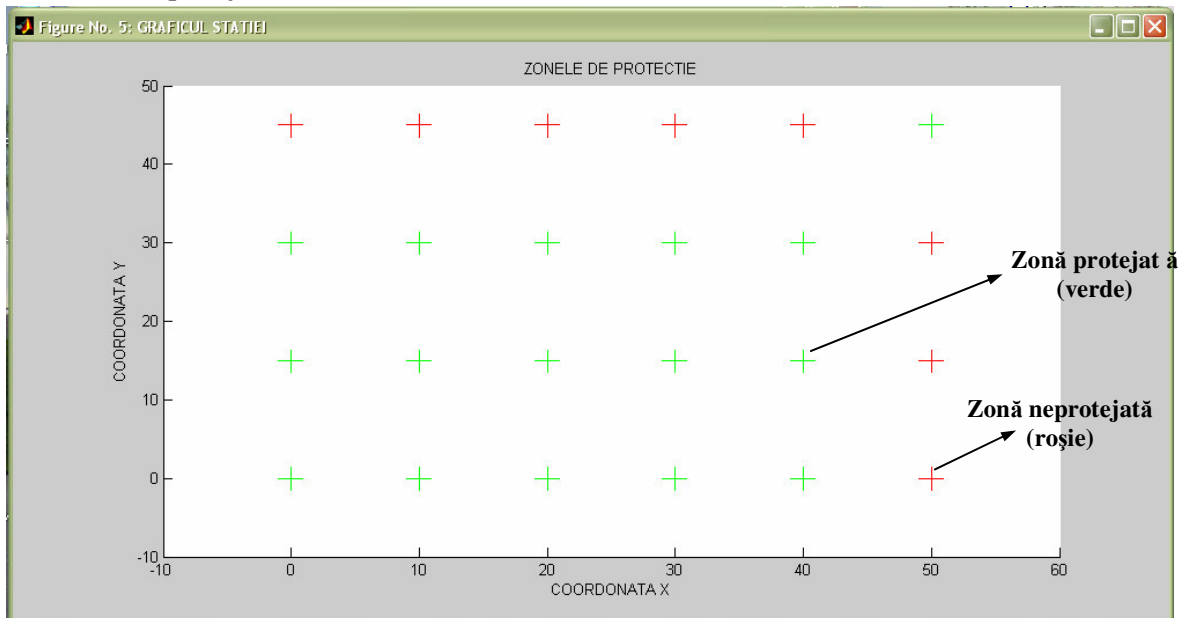
$$mat = \begin{bmatrix} 2 & 2.5 & 2 & 3 \\ 8 & 8 & 5 & 5.2 \\ 8 & 8 & 5.3 & 5.8 \\ 8 & 8 & 5.4 & 6 \\ 2.9 & 5 & 5.5 & 6 \\ 2 & 5 & 6 & 2.1 \end{bmatrix}$$

Se alege numărul de paratrăsnete care urmează a fi amplasate în cadrul stației pentru îndeplinirea funcției de protecție la lovituri de trăsnet. Am ales un număr de două paratrăsnete.

Coordonatele acestora sunt:

- paratrăsnetul 1:  $x_p = 17m$ ,  $y_p = 12m$ ,  $h_p = 23m$ ;
- paratrăsnetul al-2-lea:  $x_p = 32m$ ,  $y_p = 29m$ ,  $h_p = 19m$ .

Zonele care apar în fig.5.9. colorate cu verde sunt zone protejate, iar cele care sunt roșii sunt zone neprotejate.



Pe suprafața acestor grafice se observă două linii:

- linia roșie reprezintă linia determinată de înălțimile reale ale echipamentelor care se găsesc în stație;
- linia verde reprezintă linia determinată de înălțimile de protecție ale paratrăsnetelor.

