Cofinanțat de Uniunea Europeană

Programul Educație și Ocupare 2021 - 2027
Proiect cofinanțat din Fondul Social European+
Titlu Apel: "Ține pasul" - Regiuni mai puțin dezvoltate
Cod apel: PEO/78/PEO_P9/OP4/ESO4.7/PEO_A36 / Obiectiv specific: ESO4.7
Titlu Proiect: ATAC - angajați trainuiți, angajatori competitivi, cod MySmis: 311210

SUPORT DE CURS

ELECTRICIAN MONTARE ȘI REPARAȚII LINII ELECTRICE AERIENE

Cod COR: 741304



Elaborat,
Ing. Bandi Andrea-Monica

CEFP MM

ANOFM AJOFM MARAMUREȘ

ANOFM AJOFM Iași

blue CONSULTING

Descrierea ocupației Electrician montare și reparații linii electrice aeriene:

Electrician montare și reparații linii electrice aeriene este o ocupație tehnică esențială în sectorul energetic, implicând activități de instalare, întreținere și reparație a rețelelor electrice aeriene. Mai jos găsești o descriere detaliată a acestei ocupații:

Denumire ocupație: Electrician montare și reparații linii electrice aeriene
Codul COR: 741304

Descriere generală: Electricianul de montare și reparații linii electrice aeriene este responsabil cu instalarea, verificarea, întreținerea și repararea liniilor electrice aeriene de joasă, medie și înaltă tensiune. Această activitate presupune lucrul la înălțime, utilizarea echipamentelor de protecție și respectarea normelor stricte de securitate electrică și sănătate în muncă.

Responsabilități principale:

- Montarea stâlpilor și a structurii de susținere a liniilor electrice aeriene.
- Instalarea conductoarelor electrice, izolatorilor, armăturilor și accesoriilor specifice.
- Depanarea și remedierea defecțiunilor la rețelele aeriene.
- Verificarea funcționării și integrității instalațiilor aeriene.
- Lucrul în echipă pentru efectuarea lucrărilor de întreținere preventivă și corectivă.
- Utilizarea echipamentelor și a uneltelor de lucru specifice (e.g. scări, nacele, echipamente de măsură).
- Respectarea normelor de protecție a muncii și a procedurilor de lucru sub tensiune sau la întrerupere.

Cunoștințe și competențe necesare:

- Cunoștințe tehnice în domeniul instalațiilor electrice.
- Capacitatea de a lucra la înălțime și în condiții variate de mediu.
- Înțelegerea schemelor electrice și a normelor tehnice de proiectare și execuție.
- Abilități de utilizare a echipamentelor de măsurare (multimetre, detecție tensiune, etc.).
- Rezistență fizică și atenție sporită la detalii.
- Cunoștințe privind normele de securitate electrică (ex: NTL, STAS, normativ PE).

Studii și calificări:

- Absolvirea unei școli profesionale sau a unui liceu tehnologic în domeniul electric.
- Calificare profesională de electrician (certificat de competență profesională).
- Autorizare ANRE (în România, după caz – pentru lucrări la tensiuni specifice).
- Formări periodice în domeniul securității și sănătății în muncă (SSM).

Condiții de muncă:

- Activitate predominant desfășurată în exterior.
- Lucru la înălțime, pe stâlpi sau platforme suspendate.
- Posibile intervenții de urgență, inclusiv în afara orelor normale de lucru.
- Expunere la condiții meteorologice variabile.

Capitolul I.
Organizarea activității în activitatea de montare și reparații Linii Electrice Aeriene de 0,4 ÷ 750 Kv

I.1 – Organizarea locului de muncă în activitatea de montare și reparații (LEA) Linii Electrice Aeriene de 0,4 ÷ 750 Kv

Organizarea activității în cadrul lucrărilor de montare și reparații la Liniile Electrice Aeriene (LEA) de 0,4 ÷ 750 kV implică o planificare atentă și respectarea strictă a normelor tehnice și de securitate. Aceasta este o activitate complexă, desfășurată într-un mediu cu risc ridicat, care necesită o bună coordonare între echipe, dotări corespunzătoare și respectarea standardelor.

Mai jos găsești o structură detaliată privind organizarea activității:

1. Planificarea activităților
   - Analiza proiectului tehnic: Studii de teren, planuri, scheme electrice.
   - Stabilirea zonelor de lucru: Identificarea traseelor LEA, punctelor de ancoraj, traversări etc.
   - Obținerea avizelor și aprobărilor: De la autorități (ex: primării, drumuri naționale, mediu, siguranță aeriană).
   - Stabilirea termenelor de execuție: Etapizarea lucrărilor în funcție de complexitate și urgență.

2. Organizarea echipelor de lucru
   - Structura echipei:
     - Inginer șef/Șef de lucrare
     - Maistru/Responsabil de echipă
     - Electricieni și montatori de LEA
     - Personal de pază și siguranță (dacă e cazul)
   - Instruirea periodică: SSM (Securitate și Sănătate în Muncă), PSI, lucrul la înălțime, lucru sub tensiune (dacă e cazul).

3. Asigurarea logisticii
   - Materiale: Stâlpi, conductoare, izolatori, console, armături.
   - Echipamente și utilaje:

- Macarale, nacele, trolii, dispozitive de ridicare și tracțiune.
- Vehicule de transport și ateliere mobile.

- Scule și dispozitive: Instrumente de măsură, echipamente de protecție individuală (EPI), unelte izolate.

4. Execuția lucrărilor

a) Lucrări de montare:

- Trasarea traseului LEA
- Fundații și montare stâlpi
- Montare izolatori, armături și conductoare
- Tensionare conductoare și reglaje
- Conectare la rețea și punere sub tensiune

b) Lucrări de reparații:

- Identificarea defectelor (vizual, prin măsurători, termoviziune etc.)
- Înlocuire elemente deteriorate
- Recondiționare sau întărire de structură
- Reconfigurări în caz de mutare sau extindere rețea

5. Securitatea muncii

- Delimitarea și semnalizarea zonei de lucru
- Verificarea lipsei de tensiune sau realizarea condițiilor de lucru sub tensiune (dacă e cazul)
- Monitorizarea vremii (lucrările nu se fac în condiții meteo periculoase)
- Supravegherea continuă a lucrărilor de către personal calificat

6. Documentare și recepție

- Întocmirea documentației tehnice: procese-verbale de lucrări ascunse, de punere în funcțiune, fișe de măsurători.
- Recepția lucrărilor: cu participarea beneficiarului, a proiectantului și a autorităților dacă e cazul.

I.2 Lucrul în echipă – organizarea locului de muncă

1. Importanța lucrului în echipă

Activitatea de montare și reparație a liniilor electrice aeriene presupune un grad ridicat de coordonare și colaborare între membrii echipei. Lucrul în echipă asigură: creșterea eficienței în execuția lucrărilor, reducerea timpului de intervenție, îmbunătățirea calității serviciilor prestate, asigurarea unui nivel ridicat de siguranță pentru toți participanții.

2. Componența echipei

O echipă tipică pentru lucrările de montare și reparații poate include:

- Electricieni montatori – execută lucrările fizice de montaj;
- Șef de echipă – coordonează și supraveghează activitățile;
- Inginer sau tehnician – responsabil cu planificarea tehnică și supravegherea calității;
- Conducător auto/platformă – manevrează utilajele și transportă echipamentele.

3. Organizarea locului de muncă

O bună organizare a locului de muncă contribuie la realizarea lucrărilor în condiții optime de calitate și siguranță. Aceasta presupune:

a. Planificarea activității:

- Stabilirea clară a obiectivelor și sarcinilor fiecărui membru al echipei;
- Consultarea planurilor tehnice și a schemelor electrice;
- Identificarea riscurilor și luarea măsurilor de protecție.

b. Amenajarea șantierului:

- Delimitarea zonei de lucru;
- Semnalizarea vizibilă a perimetrului de intervenție;
- Asigurarea căilor de acces pentru utilaje și personal.

c. Echipamente și unelte:

- Verificarea stării tehnice a sculelor și echipamentelor de protecție;
- Utilizarea corectă a echipamentelor de ridicat, cabluri, izolatoare etc.;
- Respectarea procedurilor de lucru la înălțime.

d. Comunicare eficientă:

- Utilizarea semnalelor standard sau a stațiilor radio;
- Informarea constantă între membrii echipei cu privire la starea lucrărilor;
- Coordonarea în timp real a intervențiilor.

4. Securitatea muncii

Securitatea este esențială în acest domeniu. Măsurile de protecție includ:

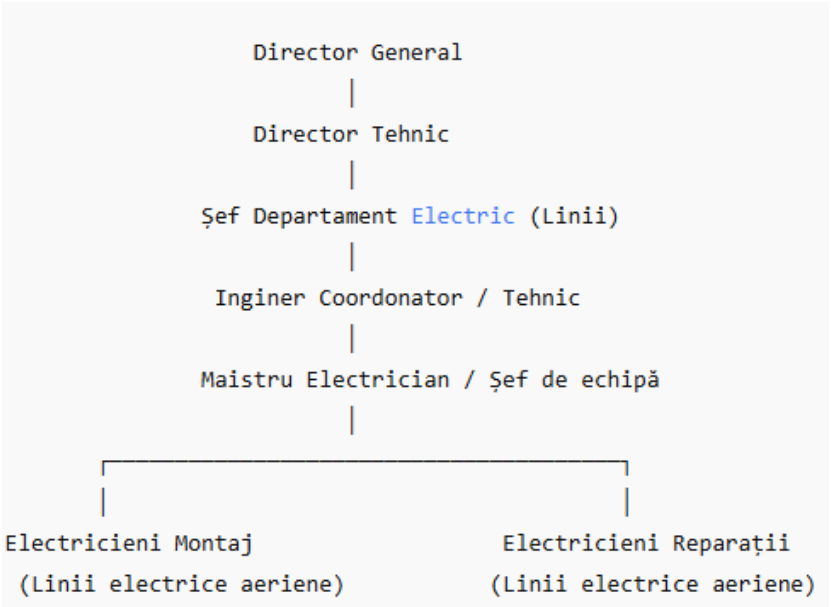
- Oprirea alimentării cu energie electrică înainte de intervenții;
- Purtarea echipamentului individual de protecție (EIP): cască, centură de siguranță, mănuși izolante;
- Asigurarea protecției la cădere;
- Verificarea condițiilor meteorologice înainte de lucrul la înălțime.

5. Concluzie

Lucrul în echipă, combinat cu o organizare riguroasă a locului de muncă, reprezintă cheia succesului în activitatea electricienilor specializați în montarea și întreținerea liniilor electrice aeriene. Doar printr-o bună colaborare, planificare și respectare a normelor de securitate, se pot obține rezultate eficiente, sigure și durabile.

Schema organizatorică și raporturile ierarhice și funcționale

O schemă organizatorică pentru un departament de electricieni specializați în montare și reparații de linii electrice aeriene reflectă structura de conducere, relațiile ierarhice și cele funcționale dintre angajați. Iată o variantă generală, adaptabilă în funcție de mărimea companiei:



Relații ierarhice (de subordonare):

- Electricienii sunt subordonați direct șefului de echipă sau maistrului electrician.
- Șeful de echipă raportează inginerului coordonator sau tehnicianului responsabil de zona respectivă.
- Inginerul coordonator este subordonat șefului de departament (care poate avea și rolul de responsabil SSM – securitate și sănătate în muncă).
- Șeful de departament răspunde în fața directorului tehnic.

Relații funcționale (colaborare orizontală):

- Electricienii pot colabora cu:
  - Personalul de logistică (pentru materiale și echipamente).
  - Departamentul de SSM și PSI (pentru verificarea normelor de siguranță).
  - Inginerii proiectanți (pentru interpretarea planurilor).
- Inginerul coordonator poate colabora cu:
  - Departamentul de planificare și dispecerat.

- Responsabilii de mentenanță preventivă.

- Șeful de echipă colaborează și cu:
  - Alți șefi de echipă din zone diferite.
  - Operatorii de utilaje (macarale, nacele, etc).

Observații:

În cazul intervențiilor de urgență (ex: furtuni, avarii majore), poate exista o structură temporară de comandă operativă, cu personal suplimentar și decizii rapide.

Structura poate fi extinsă cu:

- Electricieni de medie sau înaltă tensiune.
- Specialiști în protecții și automatizări.

Terminologia de specialitate

Termeni generali:

- Linii electrice aeriene (LEA) – Conductori electrici montați pe stâlpi, folosiți pentru transportul energiei electrice.
- Tensiune înaltă (IT) – Linii care funcționează la peste 1.000 V.
- Tensiune joasă (JT) – Linii care funcționează sub 1.000 V.
- Post de transformare (PT) – Instalație care transformă tensiunea de la medie la joasă (sau invers).
- Traseu LEA – Ruta fizică pe care este amplasată linia electrică.

Elemente componente ale LEA:

- Stâlp electric – Suport vertical pentru conductori (din beton, lemn, metal).
- Console – Elemente metalice fixate pe stâlpi, pentru susținerea conductoarelor.
- Izolator – Element din ceramică sau sticlă care izolează conductorul de stâlp.
- Conductori – Fire metalice (de obicei aluminiu sau oțel-aluminiu) prin care circulă curentul.
- Ancoră – Sistem de fixare a conductorilor pentru a prelua forțele mecanice.
- Cleme – Accesorii de prindere a conductoarelor (de susținere, de întindere etc.).
- Fundație stâlp – Structura de bază care asigură stabilitatea stâlpului.

Lucrări și operațiuni specifice:

- Montaj LEA – Ansamblu de operațiuni pentru realizarea unei linii (implantare stâlpi, întindere conductori etc.).
- Întindere conductori – Operațiunea de fixare a conductoarelor între stâlpi, cu întindere controlată.
- Împământare – Asigurarea unei căi sigure pentru scurgerea curentului de defect la pământ.
- Revizie tehnică – Verificare periodică a stării liniei.
- Intervenție în regim de avarie – Reparare rapidă a unui defect neplanificat.

Siguranță și echipamente:

- Zona de siguranță – Spațiul delimitat în jurul liniei unde accesul este restricționat.
- Permis de lucru – Autorizație care permite executarea lucrărilor în zona LEA.
- Echipament de protecție individuală (EPI) – Cască, centură de siguranță, mănuși izolante etc.
- Blocaj de securitate – Dispozitiv care împiedică alimentarea accidentală a liniei în timpul lucrului.

🎒 Tabel: Terminologie LEA (Linii Electrice Aeriene)

Categorie	Termen	Descriere
Tipuri de linii	LEA (Linii Electrice Aeriene)	Linii electrice montate pe stâlpi, în aer liber
	JT (Joasă Tensiune)	Sub 1.000 V
	MT (Medie Tensiune)	Între 1.000 V și 110 kV
	IT (Înaltă Tensiune)	Peste 110 kV
Elemente componente	Stâlp electric	Suport vertical (din beton, lemn, metal)
	Consolă	Piesă metalică de fixare a izolatorilor și conductoarelor
	Izolator	Element de izolație între stâlp și conductor
	Conductor	Fir metalic care transportă curentul
	Ancoră	Sistem de fixare a conductorilor
	Cleme	Accesorii pentru fixarea și legarea conductoarelor
	Fundație stâlp	Baza de sprijin și stabilizare a stâlpului
Lucrări/tehnici	Montaj LEA	Întreg procesul de construire a unei linii aeriene
	Întindere conductori	Tragerea și tensionarea conductorilor între stâlpi
	Împământare	Legarea la pământ pentru siguranță
	Verificare izolație	Testare a stării izolatoarelor
	Legare în derivare	Ramificarea liniei principale
	Înlocuire izolator/conductor	Lucrări de reparație
Siguranță	Zona de protecție	Spațiu de siguranță în jurul liniei
	Permis de lucru	Autorizație oficială pentru intervenție

Categorie	Termen	Descriere
	EPI (Echipament Protecție)	Cască, mănuși, ham, bocanci, etc.
	Blocaj electric	Sistem de siguranță pentru oprirea alimentării în timpul lucrului
Echipamente utilizate	Nacelă	Platformă ridicătoare pentru lucrul la înălțime
	Crimping	Presă hidraulică pentru sertizarea clemelor
	Verificator de tensiune	Aparat pentru controlul prezenței curentului

Atribuțiuni de serviciu, automatizări de lucru:

Atribuțiile de serviciu ale electricienilor pentru montare și reparații linii electrice aeriene sunt destul de variate și implică atât lucrări manuale, cât și respectarea unor proceduri tehnice stricte. Automatizările de lucru pot fi aplicate în anumite aspecte ale muncii lor, mai ales în diagnosticare și monitorizare.

Atribuții de serviciu (responsabilități principale) sunt:

1. Montajul liniilor electrice aeriene:
    - Instalarea stâlpilor de susținere.
    - Montarea conductorilor electrici pe stâlpi (prin izolație și prinderi).
    - Instalarea izolatorilor, armăturilor și accesoriilor.
2. Întreținere și reparații:
    - Identificarea și remedierea defecțiunilor la liniile existente.
    - Înlocuirea componentelor uzate (cablu, izolatori, cleme, etc.).
    - Verificări periodice pentru a preveni avariile (ex: termoviziune pentru detectarea punctelor fierbinți).
3. Intervenții de urgență:
    - Reparații în caz de avarii provocate de fenomene naturale (vânt, gheață, fulgere).
    - Restaurarea alimentării cu energie electrică în cel mai scurt timp.
4. Lucrul la înălțime:
    - Utilizarea echipamentelor de protecție (hamuri, scări, nacelă).
    - Respectarea normelor de securitate (lucru la distanță de surse de tensiune, proceduri de scoatere de sub tensiune).
5. Citirea și interpretarea schemelor electrice și planurilor tehnice.
6. Colaborarea cu echipe de dispecerat și alte echipe tehnice.
7. Raportarea activităților și completarea fișelor de lucru.

Automatizările în domeniul montării și reparației liniilor electrice aeriene sunt tot mai frecvent utilizate pentru a crește eficiența, siguranța și a reduce costurile operaționale. Iată câteva exemple concrete de automatizări posibile în acest domeniu:

- Automatizări Tehnice

1. Dronă pentru inspecții aeriene
    - Scop: Detectare rapidă a defectelor, corodării, vegetației intruzive.
    - Beneficii: Evită urcarea fizică pe stâlpi, inspecție rapidă a zeci de km de linie.
2. Sisteme de monitorizare IoT/senzori inteligenți
    - Instalați pe stâlpi/linii: Tensiune, curent, temperatură, vibrații.
    - Scop: Detectare timpurie a problemelor precum supraîncălzirea sau variații anormale.
3. Roboți pentru lucrări la înălțime
    - Aplicații: Întindere conductori, montare izolatori, inspecție de stâlpi.
    - Exemple: Brațe robotizate sau roboți pe linia electrică (track-mounted).

- Automatizări în Procese Operaționale

4. GIS & Sisteme digitale de management al infrastructurii
    - Cartografiere digitală a rețelei cu date în timp real.
    - Planificare optimă a intervențiilor și rutelor de lucru.
5. Planificare automată a mentenanței
    - Pe baza datelor colectate din senzori/dronă se generează automat alerte și planuri de intervenție.
6. Asistență VR/AR pentru electricieni
    - Vizualizarea componentelor ascunse în realitate augmentată.
    - Training interactiv și intervenții mai sigure.

Componenta echipei – Electricieni pentru montare și reparații linii electrice aeriene

O echipă bine organizată pentru lucrări la linii electrice aeriene este alcătuită din mai multe roluri, fiecare cu responsabilități clare. Structura poate varia în funcție de complexitatea lucrării (joasă, medie sau înaltă tensiune), dar în general include:

1. Șef de echipă/Maistru electric
    - Coordonează întreaga echipă.
    - Asigură planificarea și organizarea lucrărilor conform proiectului și normelor tehnice.
    - Verifică respectarea măsurilor de siguranță.
    - Comunică cu beneficiarul sau cu dispeceratul energetic.
2. Electrician montator (specialist linii aeriene)
    - Execută efectiv lucrările de:
    - Montare stâlpi și traverse.
    - Tragerea și întinderea conductorilor.
    - Instalarea izolatorilor, armăturilor și accesoriilor.

- Efectuează intervenții de reparații și înlocuire a componentelor defecte.
- Cunoaște lucrul la înălțime și este instruit în lucru sub tensiune (unde este cazul).

3. Electrician autorizat pentru lucrări sub tensiune (dacă e cazul)

- Are calificare specială pentru a lucra în condiții de tensiune fără oprirea rețelei.
- Poate folosi echipamente specifice de izolare și protecție.
- Este extrem de bine instruit în norme de securitate electrică.

4. Macaragiu/Operator utilaje

- Manevrează macarale, nacelle, platforme ridicătoare sau alte utilaje necesare montajului.
- Colaborează strâns cu electricienii pentru poziționarea exactă a componentelor.

5. Conducător auto (pentru transport stâlpi, echipamente etc.)

- Responsabil de transportul personalului și materialelor.
- Poate avea și rol de ajutor în lucrări ușoare, dacă are pregătire minimă în domeniu.

6. Ajutor de electrician/Ucenic

- Susține electricienii în activitățile de bază.
- Învață meseria sub supraveghere directă.
- Participă la lucrările de pregătire, curățare a terenului, manipulare materiale.

Aspecte esențiale:

- Toți membrii echipei trebuie să aibă instruire periodică în domeniul securității muncii și protecției împotriva electrocutării.
- Se lucrează adesea la înălțime și în condiții meteo dificile – echipamentul individual de protecție este obligatoriu.
- Comunicarea și sincronizarea între membrii echipei sunt critice pentru evitarea accidentelor.

Parametrii impuși: stări operative, calitatea lucrărilor, timp, consumuri specifice

În cadrul activităților de montare a liniilor electrice aeriene, este esențială respectarea unui set riguros de parametri impuși, care asigură calitatea, siguranța și eficiența lucrărilor executate de electricieni. 1. Stări operative

Stările operative reflectă condițiile de funcționare sigură și stabilă a instalației electrice după punerea în funcțiune. Parametrii vizați sunt:

- Asigurarea continuității electrice a circuitelor și calitatea conexiunilor;
- Respectarea distanțelor de izolație și siguranță între conductori și față de sol/construcții;
- Verificarea prinderii și tensionării conductorilor;
- Verificarea prizelor de pământ și a sistemului de protecție împotriva atingerilor indirecte;
- Verificarea verticalității și fixării stâlpilor;
- Respectarea normelor privind lucrul sub tensiune sau în proximitatea acesteia.

2. Calitatea lucrărilor

Calitatea execuției influențează durabilitatea și fiabilitatea instalației electrice. Parametrii includ:

- Respectarea proiectului tehnic și a detaliilor de execuție;
- Execuția corectă a legăturilor electrice și mecanice;
- Utilizarea materialelor conforme cu standardele în vigoare (SR, IEC);
- Absența defectelor de montaj (conexiuni slabe, conductori uzați, izolație necorespunzătoare);
- Testarea instalației înainte de punerea sub tensiune.

3. Timpul de execuție

- Durata lucrării este un factor critic în eficiența proiectului și în optimizarea resurselor. Se urmărește:
- Respectarea termenelor stabilite în graficul de execuție;
- Timpul mediu de montaj per segment de linie;
- Capacitatea de intervenție rapidă în caz de erori sau condiții neprevăzute;
- Coordonarea eficientă a echipei pentru evitarea timpilor morți.

4. Consumatori specifici

Această categorie se referă la utilizarea eficientă a resurselor materiale și umane. Parametrii includ:

- Consumurile normate și reale de materiale (conductori, izolatori, accesorii);
- Gradul de utilizare a utilajelor (macarale, platforme, dispozitive de tensionare);
- Productivitatea pe echipă și per muncitor;
- Respectarea normelor de protecția mediului și gestionarea deșeurilor;
- Raportul cost/beneficiu al lucrărilor executate.

Acești parametri stau la baza evaluării performanței echipelor de montaj, dar și a calității generale a lucrării, fiind esențiali pentru obținerea autorizațiilor de funcționare și pentru evitarea accidentelor sau defecțiunilor în exploatare.

I.3 Identificarea factorilor de risc specifici activității de montare și reparații Linii Electrice Aeriene de 0,4 ÷ 750 kV

Identificarea factorilor de risc specifici activității de montare și reparații la Linii Electrice Aeriene (LEA) de 0,4 ÷ 750 kV este esențială pentru asigurarea securității muncii, protejarea lucrătorilor și prevenirea accidentelor. Această activitate implică lucrul la înălțime, apropierea de echipamente electrice sub tensiune, utilizarea unor unelte și echipamente speciale și deseori lucrul în condiții meteorologice variabile.

Factori de risc specifici activității de montare și reparații LEA

1. Riscuri electrice

- Contact direct sau indirect cu părți aflate sub tensiune.
- Arc electric generat accidental în timpul lucrărilor.
- Tensiuni reziduale pe echipamente deconectate necorespunzător.
- Lipsa împământării corespunzătoare.

2. Riscuri legate de lucrul la înălțime

- Căderi de la înălțime de pe stâlpi, scări, nacele.
- Utilizarea necorespunzătoare a echipamentelor de protecție individuală (EPI) pentru lucrul la înălțime.
- Platforme sau structuri instabile.

3. Riscuri mecanice

- Prinderea sau lovirea de piese mobile (ex. cabluri tensionate, scripeți).
- Căderea de unelte, materiale sau echipamente de la înălțime.
- Defecțiuni ale echipamentelor de ridicat (macarale, trolii).

4. Riscuri determinate de condițiile meteo

- Lucrul în condiții de vânt puternic, ploaie, ninsoare sau temperaturi extreme.
- Alunecarea pe suprafețe ude sau înghețate.
- Descărcări electrice atmosferice (fulgere).

5. Riscuri de circulație și logistică

- Lucrări desfășurate în apropierea drumurilor publice – risc de accident rutier.
- Transportul echipamentelor grele sau voluminoase.

6. Riscuri fizice și ergonomice

- Suprasolicitarea fizică prin manipularea manuală a greutăților.
- Posturi de lucru incomode sau prelungite.
- Vibrații transmise de unelte electrice.

7. Riscuri chimice și de mediu

- Expunere la substanțe periculoase utilizate pentru tratamente anticorozive.
- Risc de poluare accidentală (uleiuri, combustibili).
- Lucrul în zone greu accesibile, izolate sau neamenajate.

8. Riscuri de incendiu și explozie

- Scântei generate de unelte sau echipamente electrice.
- Prezența unor materiale inflamabile în zonă.
- Efecte ale scurtcircuitelor.

Măsuri de prevenire recomandate

- Instruire periodică în domeniul SSM.
- Utilizarea EIP adecvat (căști, centuri de siguranță, mănuși izolante etc.).

- Verificarea echipamentelor înainte de utilizare.
- Asigurarea semnalizării corespunzătoare a zonei de lucru.
- Respectarea procedurilor de lucru sub tensiune și de scoatere de sub tensiune.
- Planificarea lucrărilor în funcție de condițiile meteo.

Regulile de igienă individuală la locul de muncă pentru electricienii care se ocupă cu montarea și reparația liniilor electrice aeriene sunt esențiale pentru protejarea sănătății, prevenirea accidentelor și menținerea unui mediu de lucru sigur. Iată un set detaliat de reguli specifice acestui domeniu:

1. Echipamentul de protecție personală (EPP)

- Poartă întotdeauna echipamentul complet de protecție:
- Cască de protecție izolatoare
- Mănuși electroizolante (verificate periodic)
- Încălțăminte de protecție cu talpă izolatoare
- Ochelari de protecție (în caz de lucrări cu scântei sau praf)
- Centura de siguranță și hamul de lucru la înălțime
- Salopetă sau uniformă rezistentă, curată și întreținută

2. Igiena corporală

- Spală-te regulat pe mâini, în special:
- Înainte de masă
- După folosirea toaletei
- După manipularea uneltelor sau echipamentelor murdare
- Menține unghiile scurte și curate.
- Evită purtarea bijuteriilor sau obiectelor metalice (pot conduce electricitate).

3. Întreținerea echipamentului de protecție

- Curăță zilnic EPP-ul și inspectează-l pentru deteriorări.
- Nu folosi echipamente murdare, ude sau deteriorate.
- Depozitează echipamentele în locuri uscate, curate, ferite de soare și umezeală.

4. Alimentație și hidratare

- Mănâncă doar în spații special amenajate, departe de locul de muncă.
- Nu consuma alimente sau lichide cu mâinile murdare sau în apropierea substanțelor periculoase.
- Hidratează-te corespunzător, mai ales în zilele călduroase sau în lucrări solicitante fizic.

5. Comportament responsabil

- Nu consuma alcool sau substanțe psihoactive înainte sau în timpul programului de lucru.

- Anunță imediat supraveghetorul în caz de răni, disconfort sau semne de boală.
- Respectă normele de odihnă și pauzele de lucru pentru a evita oboseala excesivă.

6. Prevenirea contaminării
   - Evită contactul cu praf, uleiuri, lubrifianți, materiale toxice — poartă mănuși și folosește soluții de curățare corespunzătoare.
   - Dacă ai tăieturi sau răni, dezinfectează și protejează zona înainte de a începe lucrul.

7. Educație și instruire
   - Participă la instructajele periodice de igienă și protecție a muncii.
   - Actualizează-ți cunoștințele legate de normele sanitar-igienice și procedurile de intervenție în caz de contaminare sau accident.

Adoptarea regulilor de igienă la locul de muncă

Adoptarea regulilor de igienă la locul de muncă pentru electricienii care montează și repară linii electrice aeriene este esențială pentru protejarea sănătății lucrătorilor, prevenirea accidentelor și asigurarea unui mediu de muncă sigur și profesionist.

Respectarea normelor de igienă la locul de muncă este o condiție esențială pentru desfășurarea activităților profesionale în condiții de siguranță și eficiență. În cazul electricienilor care montează și repară linii electrice aeriene, aceste reguli devin cu atât mai importante, dată fiind natura riscantă a muncii la înălțime și în apropierea surselor de înaltă tensiune.

1. Igiena personală
   - Spălarea regulată a mâinilor, în special înainte de pauze de masă și la sfârșitul programului de lucru.
   - Evitarea purtării hainelor de lucru contaminate în afara șantierului.
   - Îngrijirea echipamentelor individuale de protecție (căști, mănuși, centuri de siguranță etc.), care trebuie curățate și depozitate corespunzător.

2. Echipamentul individual de protecție (EIP)
   - Purtarea echipamentului complet: cască izolantă, salopetă ignifugă, mănuși dielectrice, ochelari de protecție și încălțăminte antiderapantă.
   - Verificarea zilnică a stării EIP-ului înainte de utilizare pentru a preveni accidentele cauzate de uzura materialului.
   - Păstrarea EIP-ului în condiții igienice, într-un spațiu curat și uscat.

3. Igiena locului de muncă

- Menținerea curățeniei în zona de lucru: eliminarea deșeurilor, resturilor de materiale și uneltelor neutilizate.
- Evitarea contaminării echipamentelor și a suprafețelor de lucru cu substanțe periculoase (uleiuri, soluții chimice, grăsimi).
- Organizarea uneltelor și echipamentelor pentru a evita accidentele prin împiedicare sau alunecare.

4. Măsuri de prevenire a contaminării și accidentelor

- Respectarea pauzelor pentru odihnă, hidratare și igienă.
- Evitarea consumului de alimente în zonele de lucru.
- Asigurarea unor condiții adecvate de igienă în vestiare și grupuri sanitare.

5. Instruirea continuă și responsabilitatea personală

- Participarea la instruiri periodice privind igiena muncii și normele de securitate.
- Informarea constantă despre riscurile legate de curentul electric și lucrul la înălțime.
- Asumarea unei conduite profesionale și igienice, inclusiv în afara orelor de lucru.

Importanța materialelor de igienă pentru electricieni în teren

Folosirea materialelor de igienă la locul de muncă este esențială pentru protejarea sănătății lucrătorilor, mai ales în domenii precum montarea și reparația liniilor electrice aeriene, unde electricienii sunt expuși la condiții de mediu dificile și riscuri ridicate.

Electricienii care lucrează la montarea și întreținerea liniilor electrice aeriene intră frecvent în contact cu: praf, noroi, substanțe chimice, materiale oxidate sau corodate, condiții meteorologice variate (ploaie, vânt, temperaturi extreme), suprafețe contaminate (stâlpi vechi, echipamente uzate etc). Prin urmare, igiena personală și profesională este un element esențial al siguranței și sănătății muncii.

Materiale de igienă recomandate pentru acest tip de activitate:

1. Șervețele umede antibacteriene

- Pentru curățarea mâinilor atunci când nu este disponibilă apă.
- Ideale în zone izolate.

2. Săpun lichid antibacterian

- Pentru spălarea mâinilor după contactul cu praf, uleiuri, materiale de lucru.

3. Dezinfectant pe bază de alcool (min. 60%)

- Util pentru igienizarea rapidă a mâinilor sau a unor unelte folosite frecvent.

4. Prosoape de hârtie de unică folosință

- Evită contaminarea încrucișată.
- Mai igienice decât prosoapele textile.

5. Mănuși de unică folosință (nesterile)

- Pentru manipularea unor materiale potențial murdare sau infectate.

6. Containere speciale pentru deșeuri periculoase

- Colectarea materialelor contaminate (mănuși, șervețele, etc.)

7. Acces la toalete mobile și chiuvete portabile

- Pe șantiere sau în zone izolate – trebuie asigurate de angajator.

8. Truse de prim ajutor + produse de igienizare a rănilor

- Spirt, apă oxigenată, comprese sterile, pansamente.

Reguli de igienă personală pentru electricieni:

- Spălarea mâinilor înainte de a mânca, după manipularea echipamentelor sau a deșeurilor.
- Curățarea regulată a echipamentului de protecție (cască, mănuși, hamuri).
- Evitarea ducerii mâinilor murdare la față.
- Folosirea unui echipament de lucru curat în fiecare zi.

Responsabilitatea angajatorului

Conform legislației în vigoare (ex. Legea securității și sănătății în muncă nr. 319/2006), angajatorul are obligația de a:

- asigura materiale de igienă suficiente și accesibile,
- instrui personalul privind utilizarea acestora,
- verifica aplicarea regulilor de igienă la locul de muncă.

Nerespectarea regulilor de igienă de către electricienii care se ocupă de montarea și reparația liniilor electrice aeriene poate avea consecințe grave, atât asupra sănătății lucrătorilor, cât și asupra siguranței muncii și a calității lucrărilor efectuate. Iată câteva dintre principalele consecințe:

1. Riscuri pentru sănătatea lucrătorului

- Infecții ale pielii (răni infectate, abcese) cauzate de tăieturi sau zgârieturi neigienizate.
- Afecțiuni respiratorii din cauza inhalării prafului, fumului, sau a substanțelor toxice în medii necurățate corespunzător.
- Alergii sau iritații din cauza contactului cu substanțe contaminante sau echipamente murdare.
- Boli transmisibile dacă nu se respectă igiena mâinilor înainte de masă sau după folosirea toaletei.

2. Scăderea siguranței la locul de muncă

- Echipamentele necurățate (ex: unelte, hamuri, mănuși) pot deveni ineficiente sau periculoase.
- Transpirația acumulată în EIP (echipament individual de protecție) nespălat duce la scăderea confortului și a capacității de concentrare, crescând riscul de accidente.
- Suprafața de lucru murdară sau dezorganizată poate duce la alunecări, împiedicări sau căderi.

3. Probleme tehnice și de calitate a lucrărilor

- Echipamentele electrice murdare sau contaminate pot duce la defecțiuni sau scurtcircuite.
- Mentenanța deficitară cauzată de igiena precară poate duce la pene de curent sau accidente electrice.

4. Sancțiuni legale și disciplinare

- Nerespectarea normelor de igienă poate atrage amenzi din partea autorităților (ex. ITM).
- Se poate ajunge la avertismente, suspendări sau concedieri, în cazul repetării abaterilor.
- Firma poate suferi daune de imagine sau pierderi financiare în cazul unor incidente grave.

I.4 Aplicarea normelor SSM, AII, SU specifice activității de montare și reparații Linii Electrice Aeriene de 0,4 ÷ 750 Kv

Aplicarea normelor de SSM (Securitate și Sănătate în Muncă), AII (Apărarea Împotriva Incendiilor) și SU (Situații de Urgență) pentru activitatea de montare și reparații a Liniilor Electrice Aeriene (LEA) de 0,4 ÷ 750 kV este esențială pentru prevenirea accidentelor de muncă, a incendiilor și pentru protecția vieții și a mediului.

Norme SSM specifice montării și reparațiilor LEA

1. Evaluarea riscurilor profesionale:
   - Identificarea riscurilor asociate cu lucrul la înălțime, electricitate, echipamente grele, intemperii.
   - Implementarea măsurilor de reducere a riscurilor.
2. Autorizarea personalului:
   - Personalul trebuie să fie autorizat, instruit și verificat medical pentru lucrul sub tensiune și la înălțime.
   - Existența certificatului ANRE (Autoritatea Națională de Reglementare în domeniul Energiei), unde este cazul.
3. Echipamente individuale de protecție (EIP):
   - Cască de protecție, centură de siguranță, hamuri, mănuși electroizolante, încălțăminte cu talpă izolatoare.
   - Truse de prim ajutor și trusă salvare din înălțime.

4. Lucrul la înălțime:

- Montajul și reparațiile trebuie să se facă de pe platforme sigure, macarale, coșuri, scări fixe, nu improvizate.
- Se asigură ancorarea lucrătorilor în două puncte independente.

5. Lucrul sub tensiune:

- Se respectă procedurile stricte de separare, împământare și scurtcircuitare a LEA.
- Se semnalizează clar zona de lucru (panouri, garduri provizorii, benzi de avertizare).

Norme AII (Apărare Împotriva Incendiilor)

1. Prevenirea incendiilor:

- Interzicerea fumatului și utilizării flăcărilor deschise în apropierea materialelor inflamabile (ex: izolație, uleiuri, cabluri).
- Utilizarea de echipamente certificate pentru zone cu potențial exploziv.

2. Dotare cu stingătoare:

- Asigurarea de stingătoare de tip CO_2 și pulbere, poziționate în utilaje și vehicule.
- Personal instruit privind utilizarea stingătoarelor.

3. Manipularea materialelor inflamabile:

- Depozitare conformă a lubrifianților, combustibililor, materialelor bituminoase.

Norme SU (Situații de Urgență)

- Plan de intervenție:
- Elaborarea și afișarea unui plan de evacuare și intervenție în caz de accident, incendiu, electrocutare.
- Simulări periodice cu personalul.
- Truse de prim ajutor și comunicații:
- Fiecare echipă dotată cu trusă de prim ajutor, telefon mobil sau stație radio.
- Personal desemnat ca responsabil SU în teren.
- Colaborare cu ISU:
- Anunțarea în prealabil a lucrărilor de mare risc.
- Accesibilitate pentru intervenții (drumuri, căi de acces libere).

Alte aspecte esențiale:

- Lucrările se desfășoară doar în baza unui permis de lucru emis de conducerea tehnică.
- Respectarea Normativului NTE 003/04/00 și a HG nr. 1146/2006 pentru LEA.
- Semnalizare rutieră și protecția muncitorilor în zonele de traversare a drumurilor.

Model - Fișă de instruire individuală SSM, AII și SU, personalizată pentru activitatea de montare și reparații LEA 0,4–750 kV. Aceasta poate fi folosită la instruirea periodică sau la angajare.

Domeniu de activitate: Montare și reparații Linii Electrice Aeriene (LEA) 0,4–750 kV

Unitatea: .....

Numele și prenumele angajatului: .....

Funcția: .....

Data instruirii: ___ / ___ / _____

I. Instruire SSM – Securitate și Sănătate în Muncă

Tematică instruire:

- Identificarea riscurilor specifice: electrocutare, cădere de la înălțime, accidentări mecanice, stres termic.
- Obligațiile lucrătorului conform Legii SSM nr. 319/2006.
- Utilizarea corectă a EIP: cască, ham de siguranță, mănuși electroizolante, încălțăminte izolantă.
- Respectarea procedurilor de lucru sub/sau fără tensiune.
- Interdicția intervențiilor improvizate sau fără autorizație.
- Semnalizarea corespunzătoare a zonei de lucru.

II. Instruire AII – Apărarea Împotriva Incendiilor

Tematică instruire:

- Reguli generale de prevenire a incendiilor în timpul montajului și reparațiilor.
- Interdicția fumatului și utilizării flăcării deschise în proximitatea LEA.
- Tipuri de stingătoare utilizate: CO_2, pulbere.
- Amplasarea și folosirea stingătoarelor.
- Procedura de anunțare și intervenție în caz de incendiu.
- Contact ISU / apel 112.

III. Instruire SU – Situații de Urgență

Tematică instruire:

- Identificarea tipurilor de situații de urgență: incendii, accidente de muncă, fenomene meteorologice extreme, electrocutări.
- Planul de evacuare și intervenție.
- Utilizarea trusei de prim ajutor.
- Comunicații în caz de urgență: cine, unde și cum se anunță.

- Comportamentul adecvat în caz de accident (nu se atinge victima electrocutată fără izolator, se întrerupe sursa de curent, se aplică resuscitare doar de către personal instruit).

Semnături:

Instructor SSM/AII/SU:

Nume: .....

Funcție: .....

Semnătură: _____

Angajat (instruirea a fost înțeleasă):

Nume: .....

Semnătură: _____

Notă:

Această fișă trebuie arhivată la dosarul personal al angajatului și completată în cazul instruirii inițiale, periodice, la schimbarea locului de muncă sau în urma unui incident.

Model - Fișă de instruire individuală pentru activități de montare și reparații LEA 0,4 ÷ 750 kV, care include componentele de SSM, AII și SU. Fișa poate fi adaptată și completată în funcție de cerințele companiei sau inspectoratelor.

Activitate: Montare și reparații Linii Electrice Aeriene 0,4 ÷ 750 Kv

1. Date de identificare ale lucrătorului:

- Nume și prenume: .....
- Funcția: .....
- Locul de muncă: .....
- Data instruirii: .....
- Numele formatorului: .....

2. Tipul instruirii:

- Instruire introductiv-generală
- Instruire la locul de muncă
- Instruire periodică
- Instruire suplimentară (ex: schimbare loc/echipament/accident)

3. Conținutul instruirii (bifat și adaptat):

A. SSM – Securitate și Sănătate în Muncă

- Utilizarea corectă a EIP: cască, centură, mănuși electroizolante, hamuri, încălțăminte antiderapantă
- Lucru la înălțime: asigurare în două puncte, platforme sigure
- Lucru sub tensiune: procedura de separare, împământare, semnalizare
- Riscuri specifice: electrocutare, cădere, accidente mecanice, zgomot, vibrații
- Modul de utilizare și întreținere a sculelor electroizolate
- Comunicarea pericolelor și oprirea lucrului în caz de risc iminent

B. AII – Apărare Împotriva Incendiilor

- Interzicerea fumatului/flăcărilor deschise în apropierea LEA și substanțelor inflamabile
- Recunoașterea și utilizarea stingătoarelor (tip, amplasare, folosire)
- Măsuri de prevenire a scurtcircuitelor și supraîncălzirilor
- Depozitarea și manipularea în siguranță a materialelor inflamabile

C. SU – Situații de Urgență

- Măsuri în caz de accident: electrocutare, cădere, incendiu
- Alarmare și evacuare – planuri și semnalizare
- Utilizarea trusei de prim ajutor
- Modalități de contactare a echipelor de salvare (112, ISU, coordonator)
- Exerciții de evacuare / simulări / scenarii de urgență

4. Verificarea instruirii:

- Lucrătorul a înțeles toate informațiile primite
- A semnat de luare la cunoștință
- A efectuat testul de verificare / întrebări orale
- Este apt pentru desfășurarea activității

5. Semnături:

Lucrător: .....

Instructor/Responsabil SSM: .....

Data: .....

Model - Instructaj introductiv general privind instrucțiunile proprii de Securitate și Sănătate în Muncă (SSM) și Apărare Împotriva Incendiilor (AII). Acesta este util pentru angajații nou-veniți sau pentru instruirea periodică.

I. SCOPUL INSTRUCTAJULUI

Acest instructaj are scopul de a informa personalul despre riscurile specifice activităților desfășurate, măsurile de prevenire a accidentelor, precum și obligațiile privind comportamentul în caz de incendiu sau situații de urgență.

II. BAZA LEGALĂ

- Legea nr. 319/2006 – Legea securității și sănătății în muncă
- H.G. nr. 1425/2006 – Norme metodologice de aplicare a Legii SSM
- Legea nr. 307/2006 – privind apărarea împotriva incendiilor
- O.M.A.I. nr. 163/2007 – Norme generale de apărare împotriva incendiilor

III. INSTRUCȚIUNI SSM

1. Obligațiile angajatului:
   - Să respecte regulile și procedurile de SSM aplicabile postului;
   - Să folosească corect echipamentele de lucru și protecția individuală (EIP);
   - Să raporteze imediat accidentele sau incidentele;
   - Să participe la instruirile periodice organizate de angajator.
2. Măsuri generale de prevenire:
   - Menținerea curățeniei la locul de muncă;
   - Evitarea manipulării necorespunzătoare a echipamentelor;
   - Respectarea semnalizării de securitate;
   - Asigurarea posturii corecte la birou (pentru muncile de birou).
3. Riscuri potențiale:
   - Alunecări, căderi, lovituri;
   - Contactul cu suprafețe fierbinți, echipamente electrice;
   - Stres profesional și suprasolicitare vizuală (pentru muncă la computer).

IV. INSTRUCȚIUNI AII

1. Comportamentul preventiv:
   - Nu se fumează în spațiile neautorizate;
   - Nu se blochează căile de evacuare sau accesul la stingătoare;
   - Se utilizează doar aparatura electrică omologată.

2. Mijloace de primă intervenție:

- Stingătoare portabile – localizate și verificate periodic;
- Pături antifoc (unde este cazul);
- Hidranți interiori (pentru spații industriale sau clădiri mari).

3. Comportamentul în caz de incendiu:

- Anunțarea imediată a incendiului la 112 și responsabilul intern;
- Acționarea mijloacelor de stingere disponibile dacă este sigur;
- Evacuarea calmă și rapidă pe căile de acces marcate.

V. INSTRUIREA

- Acest instructaj este parte a instruirii introductive și se efectuează la angajare și periodic, conform planului de instruire stabilit;
- Fiecare angajat va semna Fișa individuală de instruire SSM și AII după finalizarea prezentului instructaj.

I.5 Aplicarea Normelor şi Normativelor Tehnice de Execuţie pentru montarea, demontarea, întreţinerea şi mentenanţa LEA 0,4 ÷ 750 kV

Instrucţiunea proprie de securitate şi sănătate

Instrucţiunea proprie de securitate şi sănătate în muncă este o reglementare internă care cuprinde prevederi minimale obligatorii pentru desfăşurarea principalelor activităţi în instalaţiile electrice.

Această Instructiune se elaborează în conformitate cu prevederile LEGII SECURITĂȚII ȘI SĂNĂTĂȚII ÎN MUNCA nr. 319/2006, art. 13, lit. e): Art. 13. În vederea asigurării condițiilor de securitate și sănătate în muncă și pentru prevenirea accidentelor de muncă și a bolilor profesionale, angajatorii au urmatoarele obligații:

……..

a) să elaboreze instrucțiuni proprii, în spiritul prezentei legi, pentru completarea și/sau aplicarea reglementărilor de securitate și sănătate în muncă, tinând seama de particularitățile activităților și ale locurilor de muncă aflate în responsabilitatea lor;

„Montarea/demontarea dispozitivelor mobile pentru legare la pământ și în scurtcircuit a instalațiilor electrice”, ieșind din sfera operativă și considerându-se lucrări, trebuie sa fie efectuate de către personalul propriu operativ, în sfera operațională (pe AS și AL) sau de către personalul de mentenanță/delegat în instalații electrice scoase de sub tensiune (pe forma organizatorică de SSM a lucrării).

Pentru aceasta, în sfera activităților cu caracter operațional, PO /admitentul, va avea ca atribuțiuni de serviciu (SSM, nu operative) și legarea instalației la pământ și în scurtcircuit prin montarea de scurtcircuitor(are) după caz, pe baza de AS imediat după efectuarea separării electrice, cu excepția cazurilor în care emitentul dispune altfel. Instrucţiunea proprie de securitate şi sănătate în muncă se aplică tuturor lucrătorilor Societății DEER şi

contractorilor acesteia, care exploatează, inspectează, întreţin şi repară reţelele aflate sub controlul Societății DEER, precum și angajaţilor implicaţi în activităţi similare în reţele aflate în proprietatea sau în exploatarea altor companii (acestora din urmă, ca standard minimal). Respectarea conţinutului acestei instrucţiuni nu absolvă persoanele juridice şi persoanele fizice implicate în procesul de muncă de răspunderile avute, conform legislaţiei în vigoare, pentru lipsa de prevedere şi asigurare a oricăror altor măsuri de securitate în muncă, adecvate condiţiilor concrete de desfăşurare a activităţii respective.

Structura instrucţiunii proprii de securitate şi sănătate în muncă are la bază abordarea sistemică pentru orice proces de muncă. Conform acestei abordări, procesul de muncă este tratat ca un sistem compus din următoarele componente ce interacţionează:

- EXECUTANTUL: omul implicat nemijlocit în executarea unei sarcini de muncă;
- SARCINA DE MUNCĂ: totalitatea acţiunilor ce trebuie efectuate prin intermediul mijloacelor de producţie şi în anumite condiţii de mediu, pentru realizarea scopului procesului de muncă;
- MIJLOACELE DE PRODUCŢIE: totalitatea mijloacelor de muncă (echipamente de muncă, instalaţii, utilaje, maşini, aparate, dispozitive, unelte etc.) şi a obiectelor muncii (materii prime, materiale etc.), care se utilizează în procesul de muncă;
- MEDIUL DE MUNCĂ: ansamblul condiţiilor fizice, chimice, biologice şi psihosociale în care unul sau mai mulţi executanţi îşi realizează sarcina de muncă.

Reglementarea măsurilor de securitate şi sănătate în muncă în cadrul instrucţiunii proprii, vizând global desfăşurarea uneia sau mai multor activităţi în condiţii de securitate în muncă, se realizează prin tratarea tuturor aspectelor de asigurare a securităţii şi sănătăţii în muncă la nivelul fiecărui element al sistemului, executant - sarcină de muncă - mijloace de producţie - mediu de muncă, proprii proceselor de muncă specifice activităţilor care fac obiect de reglementare.

Instrucţiunea proprie de securitate şi sănătate în muncă pentru instalaţiile electrice în exploatare gestionate de operatorii de distribuție din cadrul Grupului Electrica trebuie aplicata corelat şi cu alte instrucţiuni, proprii celorlalte activităţi conexe și impuse de tehnologie.

Este necesar ca în aplicarea prezentei instrucţiuni proprii să se ţină seama şi de standardele naţionale de securitate şi sănătate în muncă şi celelalte cerinţe minime pentru asigurarea securităţii şi sănătăţii lucrătorilor, cuprinse în legislaţia în vigoare, obligatorii ca documente complementare.

Principiile de securitate stabilite prin prezenta instrucţiunea proprie de securitate şi sănătate în muncă trebuie preluate în toate instrucţiunile elaborate de executanţii de documentaţii şi lucrări destinate aceste instalaţiilor electrice în exploatare gestionate de operatorii de distribuție din cadrul Grupului Electrica.

1. PREVEDERI GENERALE

1.1. Conţinut. Scop.

Art 1. (1) Instrucţiunea proprie de securitate şi sănătate în muncă pentru instalaţii electrice în exploatare, cuprinde prevederi minimale obligatorii de securitate şi sănătate în muncă pentru prevenirea accidentelor de muncă, specifice riscurilor din instalaţiile electrice.

(2) Prevederile prezentei instrucţiuni proprii au în vedere, în principal, măsuri de protecţie integrată pe care trebuie să le respecte organizatorii lucrărilor şi executanţii acestora.

(3) Conţinutul prezentei Instrucţiuni proprii face referire la activitatea care se desfăşoară în instalaţiile electrice în exploatare.

Art 2. (1) Instrucţiunea proprie de securitate şi sănătate în muncă pentru instalaţii electrice în exploatare aplică principiul diviziunii muncii în desfăşurarea unei activităţi, desemnarea concretă, bine delimitată a participării executanţilor la aceasta şi stabilirea răspunderii individuale pe tot parcursul activităţii, de la dispunerea acţiunii/manevrei/lucrării la organizarea ei, executarea şi confirmarea executării acţiunii/manevrei, respectiv recepţia lucrărilor.

(2) Răspunderile lucrătorilor şi conducătorilor de locuri de munca/activităţi care organizează, programează, dispun, controlează şi executa lucrări şi/sau manevre în instalaţiile electrice de distribuţie sunt în conformitate cu legislaţia aplicabilă, documentele/înregistrările de lucru, fişele de post şi prezenta instrucţiune.

(3) Activităţile sau instalaţiile care nu se regăsesc în domeniul de aplicare și nu sunt acoperite de prevederile prezentei instrucţiuni proprii, impun alte instrucţiuni proprii de securitate in munca, elaborate la nivelul unităţii care exploatează instalaţiile respective și aprobate de conducătorul unităţii.

(4) Prevederile prezentei instrucţiuni care nu satisfac în totalitate, prin conţinut, desfăşurarea activităţii în condiţii de securitate şi sănătate, vor fi detaliate prin instrucţiuni proprii specifice, elaborate la nivelul unităţii/subunităţii care gestionează şi/sau exploatează, întreţine sau repară instalaţiile respective, cu respectarea principiilor de securitate şi sănătate în muncă din prezenta Instrucţiune proprie.

(5) Orice încălcare a prezentei Instrucţiuni va fi analizată imediat după constatare, potrivit prevederilor legale în vigoare și Regulamentului Intern al unităţii.

Art 3. (1) Instrucţiunea proprie de securitate şi sănătate în muncă pentru instalaţii electrice în exploatare are scopul stabilirii prevederilor care, aplicate şi respectate, constituie măsuri preventive în raport cu riscurile specifice instalaţiilor electrice, respectiv de evitare a accidentării celor implicaţi în sistemul de muncă cu specific electric.

(2) Subordonarea de dispecer este independentă şi are prioritate faţă de subordonarea tehnicoadministrativă. Departamentul Dispecer are obligaţia de a asigura şi monitoriza respectarea dispoziției de dispecer.

1.2. Domeniu de aplicare

Art 4. Prezenta instrucţiune proprie se aplică pentru activităţile în instalaţiile electrice in exploatare din medii normale.

Art 5. Cunoaşterea, respectarea şi aplicarea prezentei instrucţiuni proprii de securitate şi sănătate în muncă este obligatorie pentru întregul personal angrenat în activităţile de exploatare, verificare, mentenanţă, reparații, construcţii-montaj (derulate în instalațiile în exploatare), precum și proiectare şi coordonare operare pentru instalaţii electrice, fie acesta personal propriu sau personal contractor, conform atribuţiilor ce-i revin.

Art 6. (1) Comisiile de recepţie, stabilite conform reglementărilor în vigoare, nu vor aviza punerea în funcţiune a instalaţiilor electrice, dacă acestea nu corespund condiţiilor prevăzute prin prevederile legale în vigoare.

(2) Este interzisă punerea în funcţiune a instalaţiilor electrice dacă nu respectă prevederile legale în vigoare.

2. EXECUTANTUL (forţa de muncă)

2.1. Autorizarea electricienilor din punctul de vedere al securităţii şi sănătăţii în muncă, pentru desfăşurarea activităţii în instalaţiile electrice

Art 7. Electricienii care îşi desfăşoară activitatea în instalaţiile electrice trebuie să fie autorizaţi din punct de vedere al securităţii şi sănătăţii în muncă. Aceasta implică:

a) să fie apţi din punct de vedere fizic şi psihic şi să nu aibă infirmităţi care ar stânjeni activitatea specifică sau care ar putea conduce la accidentarea lor sau a altor persoane;
b) să aibă aptitudini pentru meseria sau/şi funcţia ce urmează a le fi încredinţate, corelat cu complexitatea şi nivelul de tehnicitate a instalaţiilor în care urmează a-şi desfăşura activitatea;
c) să posede calificarea profesională şi îndemânarea necesară pentru lucrările ce li se încredinţează, corespunzător funcţiei sau/şi meseriei deţinute sau pe care urmează să o deţină;
d) să cunoască, să-şi însuşească şi să respecte prevederile de securitate in munca, tehnologiile şi procedurile care privesc funcţia lor şi locul de muncă în care îşi desfăşoară activitatea;
e) să cunoască procedeele de scoatere de sub tensiune a persoanelor electrocutate şi de acordare a primului ajutor.

Art 8. (1) Starea sănătăţii (din punct de vedere fizic şi psihic) se constată prin examen medical de specialitate respectiv examen psihologic.

(2) Examinarea medicală se efectuează, ca urmare a cererii unităţilor (subunităţilor), la angajare, periodic la recomandarea medicului de medicina muncii si in cazuri particulare la solicitarea argumentata a conducatorului locului de munca.

(3) Examinarea psihologică se efectuează obligatoriu la angajare, periodic conform legislatiei in vigoare ori de câte ori medicul de medicina muncii sau conducatorul locului de munca apreciază ca fiind necesară.

Art 9. (1) Nivelul de calificare profesională şi de cunoaştere a Instrucţiunii proprii de securitate în muncă, inclusiv de acordare a primului ajutor, se constată prin examen la angajare şi periodic.

(2) Examinarea pentru autorizare din punct de vedere al securităţii şi sănătăţii în muncă se efectuează de către comisii numite prin decizii de către conducătorul unităţii.

(3) Comisiile constituite în vederea examinării nivelului de cunoştinţe profesionale şi ale prevederilor de securitate şi sănătate în muncă trebuie să conţină cel puţin un cadru tehnic cu pregătire superioară în domeniul electric şi un lucrător desemnat conform legii.

Art 10. Pentru exercitarea şi a funcţiei de conducător de autovehicule sau autoutilaje (electrician şofer, electrician-macaragiu etc.), examenele medicale trebuie efectuate în conformitate şi cu reglementările privind circulaţia pe drumurile publice, şi ale normelor Inspecţiei de Stat pentru Controlul Cazanelor, Recipienţilor sub Presiune şi instalaţiilor de Ridicat (ISCIR), în vigoare.

Art 11. Instruirea de securitate şi sănătate în munca trebuie să se desfăşoare în conformitate cu prevederile legale în vigoare.

2.2. Autorizarea electricienilor din punctul de vedere al securităţii şi sănătăţii în muncă, pentru desfăşurarea activităţii în instalaţiile electrice în exploatare

Art 12. (1) Muncitorii, maiştrii, tehnicienii, subinginerii şi inginerii cu calificare de electrician sau asimilat acestuia indiferent de funcţie sau vechime, dispun sau executa lucrări şi/sau manevre în instalaţiile sau asupra instalaţiilor electrice în exploatare ori în vecinătatea acestora, unde existăriscuri de natură electrică, trebuie să fie autorizaţi din punctul de vedere al securităţii şi sănătăţii în muncă. Dispecerii se supun procedurii de autorizare.

(2) Autorizarea trebuie să se efectueze conform prevederilor cap. 2.2 din prezenta instrucțiune.

(3) Personalul tehnic de specialitate şi de conducere care nu prestează activităţi ca: manevre, dispunere de lucrări, admitere la lucrări, executare de lucrări în instalaţii electrice în exploatare şi alte similare, nu se supune autorizării din punctul de vedere al securităţii şi sănătăţii în muncă.

(4) Personalul tehnic de specialitate PRAM, SCADA se autorizează din punct de vedere al securităţii şi sănătăţii în muncă.

Art 13. Autorizarea din punctul de vedere al securităţii şi sănătăţii în muncă atestă îndeplinirea condiţiilor minime necesare pentru desfăşurarea activităţii în instalaţiile electrice.

Art 14. (1) Autorizarea din punctul de vedere al securităţii şi sănătăţii în muncă trebuie făcută la angajare, în cazuri speciale (modificări dispuse prin noi reglementări, reexaminări în urma retragerii autorizării etc.) sau la schimbarea grupei de autorizare şi se actualizează anual.

(2) Aprobarea autorizării din punctul de vedere al securităţii şi sănătăţii în muncă a personalului menţionat la art.12 prin ”Fişa de examinare pentru autorizare” (Anexa 3A) este în competenţa conducătorului unităţii sau împuternicitului acestuia. Fişa se păstrează la unitate /subunitate ca document de referinţă,cel putin timp de 1 an de la data expirarii autorizarii, de catre conducatorul locului de munca.

(3) După aprobarea, „Fișei de examinare pentru autorizare” conducătorul unităţii sau împuternicitul acestuia trebuie să dispună completarea şi emiterea „Talonului de autorizare" (Anexa3B), în deplină concordanţă cu conţinutul Fişei de examinare pentru autorizare.

(4) Talonul de autorizare trebuie să se afle în permanenţă asupra personalului autorizat în timpul programului de lucru.

Art 15. (1) Grupa de autorizare se poate retrage temporar sau definitiv de către cel care a aprobato, ca urmare a neîndeplinirii uneia din cele trei condiţii menţionate la art.16 de mai jos sau a încălcării ori nerespectării prevederilor Instrucţiunii proprii de securitate in munca.

(2) În cazul retragerii temporare a grupei de autorizare, persoana respectivă trebuie supusă unei noi examinări privind cunoaşterea Instrucţiunii proprii de securitate in munca. În funcţie de rezultatul examinării, se va acorda grupa de autorizare corespunzătoare.

Art 16. (1) Autorizarea din punctul de vedere al securităţii şi sănătăţii în muncă şi actualizarea anuală trebuie să aibă în vedere că fiecare persoană în cauză să fie supusă la următoarele trei examene, care se consemnează în Fişa de examinare pentru autorizare şi trebuie îndeplinite cumulativ:

a) examinare medicală şi psihologică, urmare căreia se atestă îndeplinirea condiţiilor specifice riscurilor activităţii;

b) examinare asupra cunoştinţelor profesionale urmare căreia se atestă nivelul de cunoaştere şi competenţă;

c) examinare asupra cunoaşterii prevederilor prezentei Instrucțiuni precum şi a acordării primului ajutor în caz de electrocutare, urmare căreia se atestă grupa de autorizare.

(2) Atestarea aptitudinilor psihologice respectiv capacitatii de a corespunde specificului activităţii se face prin consemnarea rezultatului obţinut în urma examenului psihologic efectuat în conformitate cu art.8 din prezenta instrucţiune.

(3) Unităţile trebuie să solicite structurilor interne de psihologie/ laboratoarelor specializate determinarea nivelului de aptitudini din punct de vedere medical şi psihologic. Rezultatul examenului psihologic se consemnează în Fişa de examinare pentru autorizare, precizându-se dacăpersoana în cauză are aptitudini corespunzătoare. Dacă rezultatul examinarii psihologice nu este satisfăcător, examinarea se poate repeta încă o dată. Lipsa aptitudinilor constatată şi a doua oară, face incompatibilă autorizarea persoanei respective, în vederea desfăşurării activităţii pentru care s-a solicitat testarea psihologică.

Art 17. (1) În vederea autorizării din punct de vedere al securităţii şi sănătăţii în muncă, unităţile /subunităţile trebuie să precizeze în Fişa de examinare pentru autorizare (Anexa 3A), nivelul de tensiune şi condiţiile de risc specifice în care electricianul urmează să lucreze.

(2) Rezultatul examinării medicale pentru condiţii de risc specifice, înscris de medicii de medicină muncii în Fişa de examinare pentru autorizare, trebuie să ateste dacă electricianul în cauzăîndeplineşte condiţiile pentru care s-a solicitat examinarea.

(3) Rezultatul examinării medicale efectuate asupra electricienilor care-şi desfăşoară activitatea în instalaţii sau asupra instalaţiilor ori în vecinătatea acestora, dar unde nu sunt riscuri de natură electrică trebuie consemnat de medici în aceeaşi fişă, atestând prin aceasta dacă persoana în cauză este aptă sau inaptă să-şi desfăşoare activitatea pentru care a fost solicitată examinarea.

(4) Dacă în activitatea unui electrician se constată de către şeful ierarhic direct sau de către personalul de control neajunsuri privind starea sănătăţii (fizică sau psihică) sau asupra competenţei tehnice ori profesionale, electricianul în cauză va fi supus unei examinări suplimentare pentru autorizare.

Art 18. (1) Examinarea profesională şi verificarea îndemânării practice a personalului menţionat la Art. 14. constă din prezentarea în scris a răspunsurilor la un set de întrebări înregistrate pe suport de hârtie sau informatic, corespunzătoare sarcinii de muncă, mediului de muncă și echipamentelor de muncă pentru care va fi autorizat,

(2) Nivelul minim satisfăcător pentru rezultatul examinării de la pct. (1), este nota 6.

Rezultatele examinării se anexează Fişei de examinare pentru autorizare sau se pastreaza in format electronic.

Art 19. (1) Examinarea privind cunoaşterea prevederilor instrucţiunii de securitate şi sănătate în muncă precum şi acordarea primului ajutor constă din prezentarea în scris a răspunsului la un set de întrebări sau la o baterie de teste, corespunzătoare grupei de autorizare pentru care se face examinarea, respectiv a competenţelor şi răspunderilor ce revin persoanelor în cauză.

(2) Nivelul minim satisfăcător pentru rezultatul examinării, adică pentru proba teoretică de securitate şi sănătate în muncă este nota 7. Rezultatele examinării se anexează Fişei de examinare pentru autorizare sau se pastreaza in format electronic electronic.

(3) Nivelul minim satisfăcător pentru rezultatul examinării, adică pentru proba teoretică şi practică de acordare a primului ajutor, este nota 7. Rezultatele examinării se anexează Fişei de examinare pentru autorizare sau se pastreaza in format electronic.

(4) Atestarea nivelului satisfăcător de cunoştinţe în cazul acordării primului ajutor se certifică pe baza exerciţiului practic la manechinul simulator.

Art 20. (1) Executanţii care sunt autorizaţi pentru lucrări în condiţii speciale trebuie să aibă aceste menţiuni, atât în Fişa de examinare pentru autorizare, cât şi în Talonul de autorizare.

(2) Condiţiile speciale pentru autorizare, din punctul de vedere al securităţii şi sănătăţii în muncă, sunt:

a) lucrul sub tensiune;

b) lucrul la înălţime;

c) încercările cu tensiune mărită, de la o sursă independentă;

d) defectoscopie,identificare de cabluri;

e) măsurări electrice;

f) lucrari in baza de ITI-PM.

(3) Primele două condiţii speciale de lucru trebuie confirmate şi de către personalul medical competent, iar din punct de vedere profesional şi al securităţii şi sănătăţii în muncă, toate condiţiile speciale trebuie confirmate de către comisia care a efectuat examinarea.

(4) Examinarea personalului care urmează să execute încercări cu tensiune mărită de la o sursă independentă, lucrări de defectoscopie sau identificări de cabluri va consta din:

a) verificarea cunoaşterii metodelor de încercare cu tensiune mărită, de identificare a cablurilor (a traseelor acestora), cunoaşterii tehnologiei specifice defectoscopiei, a aparaturii, a schemelor de montaj necesare lucrărilor respective;

c) verificarea cunoştinţelor privind interpretarea rezultatelor măsurărilor şi încercărilor;

d) verificarea însuşirii Instrucţiunii proprii de securitate şi sănătate în muncă specifice acestui gen de lucrări.

Art 21. În Fişa de examinare pentru autorizare trebuie menţionat şi lucrul pe bază de ITI-PM.

Personalul care urmează să execute lucrări pe bază de ITI-PM trebuie examinat cu privire la cunoştinţele referitoare la prevederile de securitate şi sănătate în muncă specifice lucrărilor în domeniu.

Art 22. Pentru personalul declarat corespunzător în urma examinării, se confirmă acest lucru la rubrica “concluzii” în Anexa 3A.

Art 23. (1) Personalul menţionat la art.12 trebuie să fie încadrat din punctul de vedere al securităţii şi sănătăţii în muncă, funcţie de (experienţa) vechimea în desfăşurarea de lucrări şi manevre în instalaţiile electrice de distribuţie, în una din următoarele cinci grupe, astfel:

- grupa a I-a - executant de lucrări în cadrul formaţiei de lucru
- grupa a II-a - executant de manevre

- grupa a III-a - şef de lucrare
- grupa a IV-a - admitent la lucrări şi/sau responsabil de manevre
- grupa a V-a - emitent

(2) Grupele superioare cumulează drepturile, respectiv răspunderile grupelor inferioare, permiţând executarea de lucrări sau operaţii specifice acestor grupe.

(3) În Talonul de autorizare trebuie specificate nivelele de tensiune ale instalaţiilor în care deţinătorului i se permite accesul, pentru desfăşurarea activităţii, executarea lucrărilor sau a unor operaţii dispuse.

Art 24. (1) Personalul de altă specialitate (deservenţi de utilaje, sudori, lăcătuşi, zugravi, vopsitori, tinichigii, dulgheri şi alţii asemenea) precum şi personalul necalificat, a cărui prezenţă în instalaţiile electrice este necesară la executarea unor lucrări, nu trebuie să deţină talon de autorizare, deci nu trebuie autorizat ca atare.

(2) Personalul menţionat mai sus va fi inclus în formaţii de lucru, ca executanţi, subordonându-se şefului de lucrare sau supraveghetorului, după caz.

Art 25. Practicanţilor (elevi sau studenţi) nu trebuie să li se acorde taloane de autorizare și nu vor fi supuşi procedurii de autorizare, ei participând la lucrări în condiţiile prevăzute la art.24.

2.3. Executarea lucrărilor în instalaţii electrice din exploatare, de către personalul delegat

Art 26. Activităţile desfăşurate de către personalul delegat în instalaţii electrice ale unei unităţi de exploatare trebuie să se încadreze în una din următoarele situaţii:

a) personalul delegat aparţine altei unităţi de exploatare;

b) personalul delegat aparţine unei unităţi specializate în lucrări la instalaţiile electrice (construcţii-montaj, mentenanţă etc.);

c) personalul delegat aparţine unei unităţi specializate în executarea unor lucrări de service, probe pentru puneri în funcţiune, modernizări în instalaţii, experimentări;

d) personalul delegat aparţine unei unităţi de exploatare şi execută lucrări şi manevre la unităţi ce au instalaţii electrice în gestiune, dar nu au organizate activităţi de exploatare, pentru aceste instalaţii sau o parte a lor;

e) personalul delegat aparţine unei unităţi de altă specialitate (de prestări servicii, construcţii, instalaţii neelectrice etc.).

Art 27. (1) Executarea unor lucrări sau/şi manevre de către personalul delegat aparţinând unei unităţi de exploatare în instalaţiile altei unităţi de exploatare trebuie să se facă numai pe baza Convenţiilor de exploatare care din punctul de vedere al securităţii şi sănătăţii în munca trebuie să conţină: a) delimitarea instalaţiilor între cele două unităţi;

b) măsurile organizatorice de securitate şi sănătate în muncă la executarea lucrărilor;

c) personalul emitent, admitent.

d) lista lucrărilor şi manevrelor ce se vor executa de către personalul delegat;

e) delimitarea responsabilităţilor privind aplicarea prezentei Instrucţiuni proprii de securitate şi sănătate în muncă, şef de lucrare, executant de manevre şi/sau de lucrări, pentru care se va preciza numele şi prenumele, funcţia, grupa de autorizare SSM, telefon de contact;

f) schema normală a instalaţiilor electrice cu delimitările de gestiune şi toate echipamentele electrice asupra cărora se pot executa manevre şi/sau lucrări.

(2) Convenţiile de exploatare trebuie să se încheie la nivelul conducătorilor de unităţi sau împuterniciţii acestora, de regulă, pe termen nelimitat şi se actualizează ori de câte ori apar elemente care să justifice aceasta. În cadrul Convenţiilor de exploatare încheiate între unităţile de exploatare trebuie să se precizeze manevrele, operaţiile şi lucrările ce se pot executa de personalul delegat pe bază de atribuţii de serviciu (AS) sau ITI-PM.

Art 28. Lucrările efectuate de către personalul delegat aparţinând unei unităţi specializate (construcţii-montaj, mentenanţă) trebuie să se execute pe bază de autorizaţie de lucru (AL), proces verbal (PV) sau ITI-PM şi se încadrează în una din următoarele situaţii:

a) lucrări de construcţii-montaj, mentenanţă, modernizări ale instalaţiilor electrice în exploatare;

b) lucrări de intervenţii pentru prevenirea şi lichidarea urmărilor unor incidente (deranjamente).

Art 29. (1) Lucrările menţionate la art.28. trebuie să se execute în conformitate cu Convenţia de lucrări încheiata între unitatea specializată şi unitatea de exploatare, înainte de începerea lucrărilor, ca anexa la contractul de execuţie.Aceste convenţii trebuie să conţină, după caz:

a) delimitările dintre instalaţiile în care se va lucra şi cele rămase sub tensiune;

b) responsabilităţile privind măsurile de securitate in munca;

c) obligaţiile unităţii de exploatare a instalaţiei de a instrui personalul delegat asupra condiţiilor specifice de securitate şi sănătate în muncă proprii instalaţiei în care urmează a se executa lucrările;

d) obligaţiile reciproce la executarea lucrărilor;

e) numele subcontractanţilor, dacă există;

f) realizarea împrejmuirilor;

g) respectarea zonei de lucru şi, când este cazul, condiţiile de acces a personalului;

h) măsuri AII şi modul de lucru cu foc deschis;

i) depozitarea materialelor;

j) programe de lucrări;

k) lista cu personalul autorizat la executarea lucrărilor, cu precizarea grupelor de autorizare;

l) alte prevederi legate de mediu şi situaţii de urgenţă;

m) comunicarea, cercetarea si înregistrarea accidentelor şi a evenimentelor;

(2) Prin Convenţiile de lucrări încheiate la nivelul conducătorilor de unităţi sau prin delegare conform DoA, se admite prevederea unor condiţii în care personalul delegat este împuternicit să execute manevrele de scoatere şi repunere sub tensiune în instalaţiile electrice.

Împuternicirea este în competenţa unităţii de exploatare şi trebuie să fie acordată numai în condiţiile respectării de către executanţi a nivelului de autorizare din punct de vedere al securităţii şi sănătăţii în munca aşa cum este prevăzut în prezenta Instrucţiune. In aceste situatii trebuie sa se incheie si câte o Conventie de exploatare temporara pe perioada lucrarii, pentru zona de instalatie vizata de lucrare.

(3) Convenţiile de lucrări încheiate între unitatea de exploatare şi antreprenorul general sau împuternicitul acestuia, vor fi însuşite şi semnate şi de către toţi subcontractanţii.

Art 30. Pentru cazurile în care se lucrează pe bază de PV, în zone de lucru din incintele staţiilor sau posturilor de transformare, trebuie luate următoarele măsuri:

a) asigurarea împrejmuirilor faţă de instalaţiile rămase sub tensiune, astfel încât să fie împiedicată accidentarea de natură electrică;

b) asigurarea accesului direct, fără a se parcurge teritoriul pe care se află instalaţiile în exploatare. Dacă nu este posibilă asigurarea accesului direct, formaţia de lucru şi utilajele trebuie să intre şi să iasă din zona de lucru împrejmuită numai însoţite de personalul de exploatare, care va menţine încuiată poarta de comunicaţie a acestei zone către teritoriul cu instalaţiile în exploatare;

c) se interzice, în orice punct al zonei de lucru, să se afle instalaţii electrice de înaltă tensiune sub tensiune (la sol sau la înălţime). Este permis a se menţine sub tensiune numai instalaţiile de joasă tensiune necesare lucrărilor. Circuitele secundare care nu pot fi tehnologic scoase de sub tensiune vor fi protejate pentru a se împiedica atingerea directă a acestora;

d) repunerea în funcţiune a instalaţiei încredinţate personalului delegat trebuie să se facă după verificarea de către unitatea de exploatare a îndeplinirii cerinţelor legale de securitate şi sănătate în muncă.

Art 31. La executarea lucrărilor menţionate la art.28. unitatea specializată trebuie să ia toate măsurile tehnice pentru prevenirea accidentelor indiferent de natura lor.

Art 32. Executarea lucrărilor de construcţii montaj ale unor instalaţii electrice noi care nu se aflăîn incinta unor instalaţii în exploatare şi care nu se pot pune accidental sub tensiune, neexistând legături fizice cu instalaţii aflate în exploatare, nu se încadrează în prevederile art.28.

Art 33. (1) Lucrările executate de către personalul delegat aparţinând unei unităţi specializate în lucrări de service, probe pentru puneri în funcţiune etc., trebuie să se încadreze în una din următoarele categorii:

a) lucrări de service, ce implică formaţii de lucru specializate sau dotări speciale;

b) efectuarea probelor de punere în funcţiune a unor echipamente;

c) lucrări de modernizări în instalaţii (protecţie, teleconducere, telemecanică, telecomunicaţii etc.);

d) experimentări în instalaţii privind echipamente, produse sau tehnologii noi.

(2) Aceste lucrări trebuie să se execute în conformitate cu Convenţiile de lucrări, încheiate la nivelul conducătorilor de unităţi sau împuterniciţilor acestora între unitatea specializată şi unitatea de exploatare a instalaţiilor în care urmează a se lucra, pe bază de AL, PV sau ITI-PM. Convenţia de lucrări va avea conţinutul prevăzut la art.29. din prezenta instrucţiune.

Art 34. (1) Lucrările executate de către personalul unei unităţi sau subunităţii de exploatare în instalaţiile electrice din gestiunea unor unităţi, instituţii etc., care nu au organizate activităţi de exploatare a acestor instalaţii sau o parte a lor, trebuie să se încadreze în una din următoarele situaţii:

a) intervenţii pentru remedierea unor incidente (deranjamente);

b) lucrări de exploatare, întreţinere sau reparaţii programate.

(2) Lucrările de întreţinere, reparaţii sau remediere a unor incidente (deranjamente) trebuie să se execute în conformitate cu Convenţiile de lucrări, încheiate la nivelul conducătorilor de unităţi/împuterniciţilor acestora,

pe bază de AS , AL său ITI-PM, după caz,. Convenţia de lucrări va avea conţinutul prevăzut la art. 29. din prezenta Instrucţiune proprie.

(3) Lucrările de exploatare se execută în baza Convenţiilor de exploatare încheiate între cele două unităţi şi care vor avea conţinutul prevăzut la art.28.

(4) În aceste situaţii, personalului delegat i se permite să îndeplinească funcţiile de emitent, admitent, şef de lucrare sau executant de lucrări, responsabil şi executant de manevre, răspunzând de asigurarea măsurilor tehnice şi organizatorice de securitate şi sănătate în muncă la executarea lucrărilor, în conformitate cu prevederile prezentei instrucţiuni, dacă acest lucru a fost prevăzut în Convenţia de exploatare încheiată între cele două unităţi.

Art 35. (1) Lucrările executate de către personalul delegat aparţinând unei unităţi de altăspecialitate, (de prestări servicii, construcţii, instalaţii neelectrice etc.) se încadrează în una din următoarele situaţii:

a) lucrări de vopsitorie în instalaţii electrice, deschideri de culoare ale liniilor electrice, cosit iarbă în staţii;

b) lucrări de zugrăveli, amenajări sau reparaţii la partea de construcţii şi instalaţii
electrice din staţii, posturi de transformare etc.

c) lucrări de telecomunicaţii, reţele informatice, instalaţii de supraveghere, televiziune în circuit închis şi alte similare;

(2) Lucrările respective trebuie să se execute în conformitate cu Convenţiile de lucrări, încheiate la nivelul conducătorilor de unităţi, care vor conţine:

a) obligaţia unităţii de exploatare de a instrui personalul delegat şi a consemna într-un proces verbal condiţiile specifice şi obligaţiile reciproce la executarea lucrărilor;

b) delimitarea răspunderilor privind măsurile de securitate in munca, corelate cu prevederile art.78. și art.100.

c) forma organizatorică în baza căreia se vor executa lucrările sau inoportunitatea acesteia;

d) numele persoanelor de execuţie şi a şefului de echipă;

e) condiţiile şi modul de acces în instalaţiile electrice din exploatare;

f) necesitatea executării unor lucrări cu supraveghetor şi nominalizarea acestora;

g) modul de înregistrare a accidentelor de muncă;

h) alte prevederi legate de mediu şi situaţii de urgenţă.

Art 36. (1) Pentru a se executa lucrări în bază AL sau PV emise de subunitatea de exploatare, unitatea care a contractat lucrarea trebuie să supună spre aprobare subunităţii de exploatare un
Program de lucrări care să conţină:

a) locul (încinta) unde urmează a se executa lucrarea;

b) forma organizatorică;

c) lucrările care urmează a se executa;

d) instalaţia care trebuie separată electric sau scoasă de sub tensiune;

e) data începerii execuţiei şi durata lucrărilor;

f) numele şi prenumele şefului de lucrare şi a executanţilor şi grupele de autorizare ale acestora;

g) numele şi prenumele persoanei din partea unităţii de execuţie care răspunde de pregătirea şi coordonarea executării lucrării;

h) numele şi prenumele persoanei din partea unităţii de exploatare care răspunde de coordonarea executării lucrării.

(2) Programul se întocmeşte şi în cazul lucrărilor executate de formaţii de lucru de altăspecialitate.

(3) Odată cu aprobarea programului de lucrări de către persoanele stabilite prin Convenţia de lucrări, subunitatea de exploatare şi unitatea de execuţie trebuie să stabilească şi persoanele care răspund, din partea acestora, de pregătirea, coordonarea lucrărilor şi respectarea celor stabilite în convenţia de lucrări.

(4) Datele de la punctele a, b, d, h, de la alin. (1) vor fi furnizate de către subunitatea de exploatare.

Art 37. (1) În cazul în care o unitate sau subunitate de exploatare execută în instalaţiile proprii lucrări care necesită scoaterea de sub tensiune a instalaţiilor şi de către o a doua unitate sau subunitate de exploatare (ca urmare a faptului că aceste instalaţii sunt alimentate direct din staţiile, posturile sau liniile electrice ale celei de-a două unităţi de exploatare sau sunt necesare ca măsuri suplimentare de protecţie), trebuie ca prima unitate sau subunitate de exploatare să se adreseze celei de-a două unităţi sau subunităţi de exploatare conform Convenţiei de exploatare încheiată la nivelul conducătorilor de unităţi transmiţând o cerere de retragere din exploatare sau în scris. Dacă nu există Convenţie încheiată, pentru executarea de manevre, se va transmite o solicitare scrisă pe cale operativa, precizându-se:

a) instalaţiile în care trebuie să se execute manevre şi starea operativă necesară pentru lucrări;

b) lucrările ce urmează a se executa în instalaţiile proprii;

c) data solicitată pentru începerea executării lucrărilor şi durata lor;

d) numele şi prenumele persoanei căreia i se va comunica executarea manevrelor, respectiv încheierea lucrărilor.

(2) Aprobarea începerii lucrărilor se va comunica unităţii sau subunităţii de exploatare care a solicitat scoaterea de sub tensiune, de către persoană împuternicită în acest sens şi se va consemna în registrele operative ale ambelor unităţi sau subunităţi de exploatare. Confirmarea terminării lucrărilor trebuie să se facă de către şeful de lucrare, conform metodologiei din prezenta Instrucțiune.

Art 38. Mijloacele de protecţie necesare asigurării zonei de lucru şi executării lucrărilor vor fi asigurate de către unitatea /subunitatea de care aparţine personalul delegat sau de subunitatea de exploatare, conform responsabilităţilor privind realizarea măsurilor de securitate şi sănătate în muncă ce le revin prin Convenţiile de lucrări.

2.4. Alte prevederi privind forţa de muncă

Art 39. (1) Personalul este obligat să execute dispoziţiile şefilor ierarhici, în condiţiile prezentei Instrucţiuni şi este, de asemenea, obligat a preveni sau opri orice acţiune care ar putea conduce la accidentarea proprie sau/şi a altor persoane.

(2) Orice lucrare sau manevră care prezintă un pericol iminent pentru personal nu trebuie întreprinsă, chiar dacă neexecutarea ei ar putea conduce la incidente (deranjamente) sau pagube materiale.

(3) Orice dispoziţie dată contrar prevederilor prezentei instrucţiuni de securitate şi sănătate în muncă se refuză şi se aduce la cunoştinţa şefului ierarhic superior al celui care a emis-o.

Art 40. Executanţii sunt răspunzători în mod solidar pentru nerespectarea, de către oricare dintre ei sau şeful de lucrare, a prevederilor prezentei Instrucţiuni, în cadrul lucrării la care participă dacă nu intervin pentru a preveni sau opri nerespectarea acestora.

Art 41. Personalul este obligat ca la constatarea unor abateri de la prevederile prezentei Instrucţiuni, ale Instrucţiunilor tehnice interne, ale Fişelor tehnologice etc., precum şi a unor defecte în instalaţiile electrice, care ar putea pune în pericol securitatea oamenilor, să ia măsuri, în limitele competenţei sale, şi să comunice cele constatate şefului său direct, celui ierarhic superior acestuia sau conducerii unităţii, iar în cazul în care nu se iau măsuri, Inspectoratului Teritorial de Muncă.

Art 42. (1) Electricienii care execută manevre şi/sau lucrări în instalaţiile electrice trebuie să fie dotaţi cu EIP si DP adecvat sarcinii de munca şi să utilizeze echipamentul individual de protecţie şi mijloacele de protecţie respectând principiul "cel puţin două mijloace electroizolante de protecţie înseriate pe calea de curent, posibil a fi parcursă, ca urmare a atingerii accidentale directe".

(2) Echipamentul individual de protecţie electroizolant şi mijloacele de protecţie electroizolante trebuie alese, verificate şi întreţinute conform prevederilor cap. 4 din prezenta instrucţiune proprie.

Art 43. (1) Personalul care beneficiază de echipament individual de protecţie (EIP) şi dispozitive de protecţie (DP) trebuie să fie instruit şi/sau să aibe la dispoziţie documentaţii asupra caracteristicilor şi modului de utilizare a acestora şi are obligaţia să le prezinte la verificările periodice prevăzute şi să solicite înlocuirea sau completarea lor, când nu mai asigură corespunzător funcţia de protecţie.

(2) Pentru restul echipamentului şi dispozitivelor de protecţie colective, prezentarea la verificare şi înlocuirea sau completarea, în situaţiile care o impun, revine gestionarului (reprezentat prin: şef de formaţie, şef de centru, şef de departament etc. – conducătorul direct al locului de muncă) echipamentului.

3. SARCINA DE MUNCĂ

3.1. Măsuri tehnice de securitate şi sănătate în muncă la executarea lucrărilor, în instalaţiile electrice in exploatare, cu scoaterea acestora de sub tensiune

Art 44. (1) Măsurile tehnice obligatorii pentru realizarea unei lucrări în instalaţiile electrice, cu scoaterea acestora de sub tensiune, sunt:

a) separarea electrică a instalaţiei, respectiv:

- anularea automatizărilor, prin care s-ar putea actiona aparatajul de comutatie;
- întreruperea tensiunii;
- separarea vizibilă a instalaţiei sau a părţii de instalaţie, după caz la care urmeaza a se lucra;
- blocarea în poziţia deschis a dispozitivelor de acţionare ale aparatelor de comutaţie prin care s-a realizat separarea vizibilă;
- aplicarea panourilor de securitate cu caracter de interzicere pe aceste dispozitive;

b) identificarea instalaţiei sau a părţii din instalaţie în care urmează a se lucra,in vederea realizarii zonei de lucru;

c) verificarea lipsei tensiunii şi legarea imediată a instalaţiei sau a părţii de instalaţie la pământ şi în scurtcircuit,urmata de montarea panourilor de securitate cu caracter de interzicere in cazul inchiderii CLP;

d) delimitarea materială a zonei de lucru;

e) asigurarea împotriva accidentelor de natură neelectrică.

(2) Manevrele necesare realizării măsurilor tehnice trebuie să se execute de către una sau douăpersoane, în conformitate cu prevederile Regulament General de manevre in instalatiile electrice de medie si inalta tensiune - NTE 009/10/00 (actualizat) şi art. 157. și art. 158. din prezenta instrucţiune.

(3) Separarea electrică a instalaţiei va fi urmată (după caz) de închiderea cuţitelor de legare la pământ - CLP (acolo unde acestea există), aferente instalaţiei sau părţii din instalaţia primară la care urmează a se lucra (conf. art.60.(7)) din prezenta instrucţiune.

Inainte de actionarea aparatelor de comutatie prin care se realizeaza separarea electrica a instalatiei,inclusiv inchiderea CLP-urilor este obligatoriu identificarea acestora.

(4) Foile de manevră aprobate în scopul retragerii din exploatare, pentru lucrări, a unei instalaţii sau părţi a acesteia trebuie să conţină inclusiv operaţiile de legare la pământ prin închiderea CLP (acolo unde acestea) urmata de blocarea in pozitie „inchis” a dispozitivelor de actionare a CLP side montarea panourilor de securitate cu caracter de interzicere.

Art 45. (1) Pentru executarea lucrărilor, potrivit prevederilor prezentului capitol, trebuie scoase de sub tensiune, după caz:

a) părţile active aflate sub tensiune la care urmează a se lucra;

b) părţile active aflate sub tensiune la care nu se lucrează, dar se găsesc la o distanţă mai mică decât limita admisă (distanţa de vecinatate) la care se pot apropia persoanele sau obiectele de lucru (utilaje, unelte, etc.) indicate în documentaţia tehnică specifică;

c) părţile active aflate sub tensiune ale instalaţiilor situate la o distanţa mai mare decât limita admisă (distanţa de vecinatate) dar care, datorită lucrărilor care se execută în apropiere, trebuie scoase de sub tensiune

(2) Mărimile limitelor admise (distanţa de vecinatate) sunt în funcţie de tensiunea nominală a instalaţiilor ce rămân sub tensiune şi de felul instalaţiilor. Acestea trebuie să fie:

Tensiunea nominală a instalaţiei [kV]			1-20	27-60	110	220	400	750
Limita admisă (distanţa de vecinatate) [m] la manevre, executate în instalaţii interioare sau exterioare			0,8	1	1,5	2,4	3,7	6,25
Distanţa admisa (de vecinatate)	De la sol	În staţii interioare şi exterioare	0,8	1	1,5	2,4	3,7	6,25

[m] la executarea lucrărilor în instalaţii electrice		În celelalte instalaţii exterioare	2	2,25	3	4	5	8
	Prin urcare pe stâlpii LEA		1,5	2	2,5	3	5	8

(3) În cazul tuturor instalaţiilor de joasă tensiune (inclusiv a liniilor electrice aeriene - LEA), distanta de vecinatate nu se normeaza fiind interzisă atingerea directă a părţilor aflate sub tensiune ale acestora.

(4) În cazul instalaţiilor sau părţilor de instalaţie având izolaţii electrice solide, lichide sau gazoase, acoperite cu ecrane (învelişuri metalice), legate la pământ (cabluri, bare capsulate, echipamente cu hexafluorură etc.) sau având plăci electroizolante de separaţie special destinate acestui scop, limita admisă nu se normează, ecranele legate la pământ sau plăcile electroizolante putând fi atinse direct în timpul lucrului.

Art 46. Zona de lucru trebuie să se asigure după separarea electrică, conform art. 44. lit. a), prin efectuarea succesivă a următoarelor măsuri tehnice, conform art. 44 lit. b), c), d) şi e) şi anume:

- identificarea instalaţiei sau a părţii din instalaţie în care urmează a se lucra;
- verificarea lipsei tensiunii, urmată de legarea imediată a părţii de instalaţie la pământ şi în scurtcircuit, urmata de montarea panourilor de semnalizare.
- delimitarea materială a zonei de lucru;
- asigurarea împotriva accidentelor de natură neelectrică.

3.1.1. Separarea electrică

3.1.1.1. Separarea electrică - Anularea automatizărilor, întreruperea tensiunii şi separarea vizibilă a instalaţiei sau a părţii din instalaţia electrică

Art 47. (1) Întreruperea tensiunii trebuie să se realizeze după anularea automatizărilor care conduc la reconectarea întreruptoarelor, închiderea separatoarelor, prin manevrarea aparatelor de comutaţie (întreruptoare, separatoare, siguranţe etc.) ce separă instalaţia sau partea din instalaţie la care urmează a se lucra, de restul instalaţiilor rămase sub tensiune.

(2) După întreruperea tensiunii, în cazul în care prin manevrarea aparatelor de comutaţie cu care s-a realizat aceasta nu s-a efectuat şi separarea vizibilă, trebuie să se efectueze aceste separări faţă de toate părţile de unde ar putea să apară tensiune în instalaţia sau partea din instalaţie, la care urmează a se lucra.

Art 48. (1) Separarea vizibilă trebuie să se realizeze prin deschiderea separatoarelor, scoaterea patroanelor siguranţelor fuzibile, debroşarea întreruptoarelor, dezlegarea cordoanelor la liniile electrice aeriene sau demontarea unor părţi active ale instalaţiei electrice (bare, conductoare), dezlegarea cablurilor de la aparataj.

(2) În mod excepţional se admite ca în cazul instalaţiilor de joasă tensiune, când partea din instalaţie la care urmează a se lucra este prevăzută numai cu întreruptor nedebroşabil ca element de comutaţie sau întreruptor cu contacte a căror deschidere nu este vizibilă, separarea vizibilă să se realizeze numai prin deconectarea întreruptorului şi verificarea lipsei tensiunii în locul cel mai apropiat ieşirii din acesta.

(3) Separarea vizibilă în cazul aparatajului în construcţii capsulate (SF6, vid etc.) se consideră realizată pe baza indicaţiilor proprii aparatajului, de semnalizare a acestei poziţii.
(4) Separarea vizibilă în cazul separatoarelor telecomandate se consideră realizată pe baza indicaţiilor sistemului de comandă central respectiv semnalizarea poziţiei acestora afişate pe display la punctul de telecomandă.
(5) Pentru evitarea tensiunii inverse (din joasă în înaltă tensiune) prin transformatoarele de măsură, acestea trebuie separate electric şi pe partea de joasă tensiune, după caz, prin debroşarea întreruptoarelor, scoaterea patroanelor siguranţelor fuzibile sau deconectarea întreruptoarelor nedebroşabil.
În instalaţia separată electric din care se alimentează motoare electrice, care antrenează pompe, ventilatoare, compresoare sau la care sunt racordate generatoare ori compensatoare prevăzute cu motoare de lansare, care nu pot fi separate vizibil, trebuie să se realizeze următoarele măsuri suplimentare:
a) blocarea dispozitivelor de pornire a motoarelor primare, pentru evitarea producerii tensiunii de către generator sau compensator, chiar la viteze reduse;
b) blocarea căilor de pătrundere a fluidelor în pompe, ventilatoare şi compresoare, pentru evitarea funcţionării în regim de generator a motoarelor ce le antrenează.

3.1.1.2. Separarea electrică - Blocarea în poziţia deschis a dispozitivelor de acţionare ale aparatelor de comutaţie prin care s-a realizat separarea vizibilă a instalatiei sau a partii din instalatie, şi montarea panourilor cu semnalizare cu caracter de interzicere.
Art 49. Blocarea în poziţia deschis a dispozitivelor de acţionare ale aparatelor de comutaţie prin care s-a realizat separarea vizibilă a instalatiei sau a partii din instalaţie în care urmeaza a se lucra trebuie săse realizeaze prin:
a) blocarea directă, după caz, folosind unul din următoarele procedee:

- blocarea dispozitivelor de acţionare manuală ale separatoarelor cu lacăte sau mijloace special destinate acestui scop;
- blocarea pe poziţie "scos “a cărucioarelor întreruptoarelor, în cazul celulelor cuîntreruptoare debroşabile, fără separatoare. Această blocare constă din închiderea uşii celulei dupăscoaterea căruciorului. Dacă celula nu este prevăzută cu uşă, căruciorul realizând el însuşi închiderea celulei când întreruptorul este broşat, după scoaterea căruciorului se va monta pe partea frontală a celulei un paravan mobil/bariera mobila (sau bandă viu colorată) şi panou de semnalizare de securitate;
- montarea unor capace (mânere) electroizolante, colorate în roşu, în locul patroanelor siguranţelor fuzibile de joasă tensiune;
- montarea unor plăci sau teci electroizolante, rezistente din punct de vedere mecanic, între sau pe contactele deschise ale separatoarelor sau întreruptoarelor atunci când acestea sunt accesibile şi rămân sub tensiune;

b) blocarea indirectă, după caz, folosind unul din următoarele procedee:

- scoaterea patroanelor siguranţelor fuzibile sau deconectarea întreruptorului de pe circuitul de alimentare al motorului care antrenează dispozitivul de acţionare al separatorului, respectiv, la joasă tensiune, al întreruptorului;
- închiderea robinetului de alimentare cu aer comprimat a dispozitivelor de acţionare pneumatice ale separatoarelor şi întreruptoarelor şi descărcarea de presiune a circuitului de dupărobinet;
- dezlegarea conductoarelor de la bobinele de acţionare sau deschiderea circuitelor bobinelor de acţionare prin comandă de la distanţă a dispozitivelor de acţionare ale separatoarelor, respectiv la joasă tensiune ale întreruptoarelor;
- alte procedee: procedee electronice – prin soft etc.

Art 50. Pe dispozitivele de acţionare blocate ale separatoarelor şi în punctele în care blocarea aparatelor prin care s-a realizat separarea electrică s-a făcut prin celelalte procedee menţionate la art. 48.

b), trebuie să se monteze panouri de semnalizare de securitate cu caracter de interzicere având inscripţia ”NU CONECTA! SE LUCREAZĂ”, ”NU ÎNCHIDE! SE LUCREAZĂ” (respectiv ”NU DESCHIDE! SE LUCREAZĂ”, în cazul robinetelor de aer comprimat prin care se alimentează dispozitive de acţionare pneumatică).

Art 51. (1) Separarea electrică este realizată de admitent sau conform prevederilor din Convenţiile de exploatare/lucrări, încheiate între parti.

(2) Separatoarele liniilor electrice aeriene aflate la distanţă faţă de zona de lucru şi care în schema normală de funcţionare au poziţia ”deschis”, se pot considera blocate în această poziţie. Şeful de lucrare poate solicita vizualizarea împreună cu admitentul a acestei poziţii, a blocării dispozitivului de acţionare şi montarea de panouri de semnalizare de securitate. locului cheia de selecţie a acţionarii pe, ”0” sau, ”comanda locală” va bloca in pozitie deconectat/deschis şi va monta panoul de semnalizare având inscripţia ”NU ÎNCHIDE! SE LUCREAZĂ!”, cu respectarea distantei limita admisă distanța de vecinatate fata de instalaţiile aflate sub tensiune de la art. 45. (2).

3.1.2. Identificarea instalaţiei sau a părţii din instalaţie la care urmează a se lucra

Art 52. (1) Identificarea instalaţiei sau a unei părţi a acesteia trebuie să se realizeze de către admitent impreuna cu seful de lucrare.

Scopul identificării este de a avea certitudinea că măsurile tehnice ce trebuie luate pentru realizarea zonei de lucru se vor aplică asupra instalaţiei la care urmează a se lucra şi la care se vede, sau s-a confirmat prin mesaj, că instalaţia a fost scoasă de sub tensiune sau numai separată electric.

(2) Identificarea se realizează vizual, obligatoriu la faţa locului, pe baza următoarelor elemente după caz:

a) schema electrică a staţiei, postului etc.;

b) schema electrică de traseu a liniei (aeriene sau cablu);

c) schema electrică a fluxurilor de cabluri (circuite);

d) caietul de marcaje şi etichetări;

e) inscripţii, numerotări, denumiri;

f) planuri, hărţi, planşe şi confruntarea cu dispunerea în teren a instalaţiilor;

g) aparate sau instalaţii de detecţie;

h) aparate de măsură;

i) alte elemente.

(3) Pe durata identificării este interzisă deschiderea sau îndepărtarea oricărui tip de îngrădire sau verificarea, prin acţionare, a oricărei componente a instalaţiei.

3.1.3. Verificarea lipsei tensiunii urmată imediat de legarea la pământ şi în scurtcircuit (Aceasta este singura măsură sigură de protecţie preventivă a personalului împotriva riscului electric, la existenţa sau apariţia accidentală a tensiunii în zona de lucru!)

Art 53. Verificarea lipsei tensiunii şi legarea imediata la pământ şi în scurtcircuit, trebuie să se la toate fazele instalaţiei, respectiv la toate conductoarele liniei electrice aeriene existente pe coronament, inclusiv pe nul. În cazul întreruptoarelor, verificarea lipsei tensiunii trebuie să se facă la toate cele şase borne accesibile ale acestora.

Art 54. Verificarea lipsei tensiunii în instalaţiile de joasă tensiune trebuie să se facă cu ajutorul aparatelor portabile de măsurare a tensiunii sau cu ajutorul detectoarelor de tensiune. În instalaţiile de înaltă tensiune, verificarea trebuie să se facă cu ajutorul detectoarelor de tensiune (monopolar capacitive), corespunzătoare tensiunii nominale a acestor instalaţii.

Art 55. Verificarea lipsei tensiunii cu detectoare de tensiune nu este admisă pe timp de precipitaţii atmosferice în instalaţiile de tip exterior, decât în cazul în care acest lucru este permis prin instrucţiunile producătorului de folosire a detectoarelor şi a prăjinilor electroizolante, suport al acestora.

Art 56. În cazul echipamentelor şi elementelor capsulate sau protejate, la care nu se pot utiliza detectoarele de tensiune, verificarea lipsei tensiunii trebuie să se facă potrivit instrucţiunilor furnizorilor echipamentelor sau elementelor respective.

Art 57. Verificarea lipsei tensiunii, în vederea închiderii cuţitelor de legare la pământ montate pe stâlpii liniilor electrice aeriene, se admite a fi înlocuită prin verificarea vizuală a poziţiei deschis a separatorului prin care s-a realizat separarea electrică/separarea vizibila.

Art 58. (1) Înainte de fiecare utilizare a detectorului de tensiune şi imediat după aceasta, trebuie să se verifice buna funcţionare a acestuia, prin metoda indicată de producător, în instrucţiunile de funcţionare şi utilizare (cartea tehnica).

(2) În toate instalaţiile, apropierea de acestea a detectorului de tensiune se face lent, iar atingerea directă se va face numai după constatarea lipsei avertizării luminoase şi sonore a detectorului.

Art 59. (1) Verificarea lipsei tensiunii trebuie să se efectueze considerând că instalaţia este sub tensiune.

(2) Persoana care verifică lipsa tensiunii în instalaţiile electrice de înaltă tensiune trebuie sădeţină minimum grupa a II-a de autorizare.

(3) În cazul în care pentru verificarea lipsei tensiunii este necesară deschiderea uşilor celulelor sau îndepărtarea îngrădirilor este interzisă depăşirea cu vreo parte a corpului a planului delimitat de acestea.

Art 60. (1) A. Montare/demontarea scurtcircuitoarelor in instalatiile electrice sunt lucrari si se executa de regula pe baza de AL, în conf. cu art. 62 din prezenta instrucțiune.

B. Pentru instalatiile cu tensiunea de functionare 0,4 – 20 kV, montarea si demontarea scc. se poate executa si in baza de ITI-PM sau AS.

C. Pentru retragerea din exploatare a instalatiilor electrice, cazurile de incidente (deranjamente) precum și cazurile iminente de accidente umane sau de incendii, foma organizatorică de executare a lucării precizate la art. 64 este în baza de AS.

D. In cazul executarii lucrarilor de montare sau demontare a scc. in baza AS, consemnarea acestor lucrari se va face in registru operativ sau intr-un registru special destinat acestui scop.

E. Consemnarea acestor lucrari va cuprinde :

- locul de montare/demontare a SCC;
- numarul SCC.
- data si ora montarii/demontarii acestuia.
- cine realizeaza lucrarea.

(2) Legarea la pământ şi în scurtcircuit se aplică pe toate fazele instalaţiei sau părţii din instalaţie, precum şi pe conductorul de nul al liniilor electrice aeriene de joasă tensiune, prin montarea dispozitivelor mobile de scurtcircuitare (scurtcircuitoare) şi legare la pământ sau prin închiderea cuţitelor de legare la pământ.

(3) Lucrarile de montare/demontare a scurtcircuitoarelor trebuie să se realizeze obligatoriu de către doi electricieni. Clemele scurtcircuitorului trebuie aplicate de electricianul cu grupa minimă de autorizare II, supravegheat de un electrician avand minim grupa a III-a de autorizare. Succesiunea operaţiilor trebuie să fie următoarea:

a) legarea la pământ a scurtcircuitorului;

b) verificarea lipsei tensiunii, conform prevederilor art. 53-59 de mai sus;

c) montarea clemelor scurtcircuitorului pe nul şi pe fiecare fază.

(4) Alegerea punctului de legare la pământ trebuie realizată cu următoarea prioritate:

a) priza artificială a instalaţiei sau stâlpului reţelei electrice;

b) priza naturală a stâlpului reţelei electrice;

c) ţăruşul scurtcircuitorului.

(5) Demontarea scurtcircuitorului se execută în ordine inversă montării.

(6) În cazul liniilor electrice aeriene de joasă tensiune, verificarea lipsei tensiunii, respectiv montarea clemelor scurtcircuitorului, se va face începând cu conductorul de nul, cu excepţia cazurilor în care conductorul de nul este montat pe partea superioară a coronamentului.

(7) În cazul legării la pământ şi în scurtcircuit prin CLP închiderea acestora trebuie realizatădupă verificarea lipsei de tensiune, de către un electrician având grupa de autorizare minim II.

(8) Închiderea CLP-urilor prin telecomandă se va efectua numai în următoarele cazuri:

- când prin instalaţia de telecomandă se poate verifica lipsa tensiunii pe fiecare fază înainte de închiderea CLP;

- când instalaţia este prevăzută cu blocaj al închiderii CLP-urilor la prezenţa tensiunii pe oricare fază;
- la separatoarele telecomandate aflate pe derivaţii (racorduri) radiale la care închiderea CLP-urilor se realizează simultan cu deschiderea separatorului spre derivaţie (racorduri).

(9) În cazul cablurilor electrice aflate în exploatare şi care din diverse motive se dezleagă de la bornele de racordare ale echipamentelor primare la unul sau la ambele capete, în tot acest interval de timp capetele respective se vor lega la pământ şi în scurtcircuit.Dispozitivul de legare la pământ si in scurtcircuit trebuie sa fie certificat și compatibil cu elementele de contact montate pe capetele de cablu.

Art 61. Legarea la pământ şi în scurtcircuit a instalaţiilor electrice de 110 kV, se va realiza în următoarea ordine:

a) se leagă la pământ clema scurtcircuitorului monopolar;

b) se verifică lipsa tensiunii pe o fază;

c) montează clema scurtcircuitorului monopolar pe fază respectivă;

d) operaţiile de mai sus se repetă, în acelaşi mod, pentru celelalte faze.

Art. 62. (1) Verificarea lipsei tensiunii si montarea scurtcircuitoarelor pentru zona de lucru, cu exceptia situatiilor prevăzute la art. 95 din prezenta instructiuni se execută de către un electrician având minimum grupa a II-a de autorizare. Supravegherea operatiilor din cadrul lucrării de montare/demontare a scurtcircuitoarelor trebuie să se asigure de un electrician având minimum grupa a III-a de autorizare.

(2) Verificarea lipsei tensiunii si montarea scurtcircuitoarelor în instalatiile electrice cu supraveghere exploatate operativ de către un singur electrician, pentru scoaterea de sub tensiune a instalatiei, se face de către personalul operativ supravegheat de către seful de lucrare care urmează a fi admis la lucru.

(3) În cazul instalaţiilor electrice fără personalal de supraveghere verificarea lipsei tensiunii şi montarea scurtcircuitoarelor pentru scoaterea instalației de sub tensiune se execută de către un electrician - personal de exploatate operativ, supravegheat de către personal operativ sau un alt electrician din formația de lucru având minim grupa a III-a de autorizare.

(4) În cazul in care seful de lucrare face parte din categoria personal delegat, participarea acestuia la realizarea masurilor tehnice si organizatorice se va detalia in conventia de lucru. Seful de lucrare trebuie să verifice luarea acestor măsuri si să le confirme prin semnătură în autorizatia de lucru.

(5) În cazul manevrelor ce necesită coordonare, treapta de conducere prin dispecer cu comanda de coordonare va dispune , formatiilor de servire operativă respective , executarea legărilor la pământ si în scurtcircuit prin CLP.

Formatiile de servire operativă vor executa lucrările de montare/demontare a scurtcircuitoarelor mobile în baza AS.

Lucrările de montare/demontare scurtcircuitoare se vor executa conform anexei nr. 5

În cazul executării lucrărilor de montare sau demontare a scurtcircuitoparelor în baza AS, consemnarea acestor lucrări se va face în registru operativ sau într -un registru special destinat acestui scop.

Consemnarea acestor lucrări va cuprinde:

- locul de montare/demontare a scc.;

- numărul scurtcircuitorului;
- data şi ora montării/demontării acestuia;
- cine realizează lucrarea.

(6) Pentru efectuarea lucrarii de montare / demontare a scurtcircuitorelor mobile in baza AS nu este necesara predarea cu mesaj a echipamentului.

Art.63. Legarea la pământ şi în scurtcircuit a instalaţiilor electrice de 110 kV, se va realiza în următoarea ordine:

a) se leagă la pământ clema scurtcircuitorului monopolar;

b) se verifică lipsa tensiunii pe o fază;

c) se montează clema scurtcircuitorului monopolar pe faza respectivă;

d) operaţiile de mai sus se repetă, în acelaşi mod, pentru celelalte faze.

Art. 64. (1) Montarea clemelor scurtcircuitorului la fazele instalaţiei, indiferent de nivelul de tensiune, trebuie să se execute cu ajutorul prăjinilor, bastoanelor, mânerelor electroizolante sau a altor asemenea dispozitive destinate special acestei operaţii, funcţie de tipul scurtcircuitorului şi tensiunea instalaţiei.

(2) În instalaţiile interioare de înaltă tensiune de până la 20 kV inclusiv, în locuri stabilite în scris de conducerea unităţii (subunităţii) de exploatare, şi marcate distinct în instalaţii, unde nu este posibil să se folosească prăjina electroizolantă (din lipsă de spaţiu pentru manevrarea acesteia), se admite, în mod excepţional, montarea clemelor scurtcircuitorului fără prăjină electroizolantă dar numai după descărcarea sarcinii capacitive, efectuată tot cu prăjina electroizolantă.

(3) În instalaţiile de joasă tensiune, cu excepţia liniilor electrice aeriene, este admisă montarea scurtcircuitorului, fără utilizarea prăjinii electroizolante şi descărcarea sarcinii capacitive, cu utilizarea mijloacelor de protecţie electroizolante.

Art.65. Se interzice secţionarea nulului liniilor electrice aeriene de joasă tensiune aflate sub tensiune dacă nu s-a realizat, în prealabil, continuitatea prin şuntare directă sau prin legare la pământ a celor douăpărţi lângă secţionare.

Art.66. (1) Pentru asigurarea zonei de lucru în cazul instalaţiilor prevăzute cu cuţite de legare la pământ, acestea trebuie folosite întotdeauna, în locul scurtcircuitoarelor.

(2) În cazul în care pentru asigurarea zonei de lucru este necesară şi montarea unui scurtcircuitor mobil, acesta se montează după închiderea CLP - ului.

(3) La închiderea cuţitelor de legare la pământ montate pe un stâlp, verificarea lipsei de tensiune se poate înlocui prin: controlul vizual de către personalul manevrant al integrităţii circuitului de legare la pământ a dispozitivului de acţionare şi poziţia deschis a separatorului.

Art.67. (1) În staţii şi posturi de transformare clemele (papucii) scurtcircuitoarelor trebuie să fie fixate la bornele, piesele, respectiv locurile special prevăzute (marcate) în acest scop (puncte fixe de conexiune). Este interzisă legarea conductorului scurtcircuitorului prin răsucire sau orice alt procedeu care nu asigură un contact corespunzător.

(2) În staţiile electrice, la instalaţia de legare la pământ , trebuie să se lege şi părţile metalice ale autoscărilor, platformelor de lucru şi utilajelor din zona de lucru, aducându-le la acelaşi potenţial, prevenindu-se astfel apariţia tensiunilor induse periculoase. Legarea la pământ se face de către seful de lucrare împreuna cu deservetul echipamentului de lucru, folosindu-se dispozitivele de scrtcircuitare si piesele din dotarea utilajului sau a formaţiei prestatorului de servicii.

(3) În cazul instalaţiilor de înaltă tensiune cu faze separate sau depărtate mai mult decât distanţa de vecinătate (limita admisă) este admis să se realizeze legarea la pământ numai la faza la care se va lucra.

Art.68. (1) Verificarea lipsei tensiunii şi legarea imediată la pământ şi în scurtcircuit conform art.53.….art.59. trebuie să se realizeze cu respectarea cumulativă a următoarelor condiţii:

a) cât mai aproape de zona de lucru, de o parte şi de alta a acesteia, cu excepţia cablurilor electrice;
b) către derivaţiile LEA care se racordează la zona de lucru, cu excepţia branşamentelor electrice de joasă tensiune;
c) cel puţin o legătură la pământ şi în scurtcircuit să fie vizibilă din zona de lucru (prezenta condiţie nu se aplică în cazul lucrărilor din staţii, posturi zidite şi la cablurile electrice şi la liniile electrice aeriene cu conductoare izolate).

(2) În zona de lucru partea din instalaţie la care se lucrează trebuie să fie permanent legată la pământ şi în scurtcircuit, cu excepţia situaţiilor când se fac măsurători şi probe.

Art.69. (1) Identificarea instalaţiei, verificarea lipsei tensiunii, legarea la pământ şi în scurtcircuit se asigură de către şeful de lucrare, conform dispoziţiilor emitentului sau conform prevederilor din Convenţiile de lucrări.

(2) Electricienii care execută măsurile tehnice de scoatere de sub tensiune a instalaţiilor (separarea electrică, verificarea lipsei tensiunii, legarea la pământ şi în scurtcircuit) trebuie să utilizeze, după caz, următoarele echipamente individuale de protecţie, respectând principiul stabilit la art.42 din prezenta instrucțiune: cască de protecţie a capului cu vizieră de protecţie a feţei, mănuşi electroizolante, mâner cu manşon de protecţie a braţului pentru manevrarea siguranţelor de joasă tensiune tip MPR, costum din ţesătură termorezistenta încălţăminte electroizolantă sau covor electroizolant, prăjinăelectroizolantă.

(3) In cazul mijloacelor de productie (inclusiv echipamentelor electrice) pentru care producătorul prevede în instrucţiuni echipamentul individual de protecţie specific se vor respecta aceste prevederi.

3.1.4. Delimitarea materială a zonei de lucru

Art.70. Delimitarea materială a zonei de lucru trebuie să asigure semnalizarea limitelor zonei de lucru atat pentru membrii formatiei de lucru cat si pentru persoanele terte care ar putea patrunde in zona de lucru. Delimitarea materială se realizează prin îngrădiri provizorii mobile (bariere rigide sau extensibile, franghii sau benzi si panouri sau paravane, dupa caz, conform prevederilor art.208…art.211, care săevidenţieze clar zona de lucru. Îngrădirile provizorii mobile se vor fixa sigur, pentru a nu cădea peste părţile aflate sub tensiune ale instalaţiei. Pe îngrădirile provizorii mobile se vor monta panouri de semnalizare.

Art.71. (1) Îngrădirile provizorii mobile trebuie să se monteze la o distanţă egală sau mai mare decât limita admisa, faţă de părţile rămase sub tensiune. Dacă aceste distanţe nu pot fi respectate, părţile instalaţiilor situate la distanţe mai mici, vor fi scoase de sub tensiune.

(2) Îngrădirile provizorii mobile din materiale electroizolante se pot amplasa la distanţe mai mici decât limita admisa (distanta de vecinătate), chiar în atingere directă cu părţile aflate sub tensiune, în următoarele condiţii:

a) tensiunea nominală a instalaţiei să fie de cel mult 27 kV;
b) părţile instalaţiei să fie situate în interior, iar în cazul în care sunt situate în exterior, montarea, demontarea şi utilizarea să se facă pe timp uscat;
c) montarea şi demontarea să se realizeze sub supravegherea unui electrician – supraveghetor de lucrare.

(3) În cazul în care nu se pot monta îngrădiri electroizolante mobile, conform prevederilor alineatului precedent, subunitatea de exploatare trebuie să stabilească modul de lucru, în condiţii de securitate.

(4) Delimitarea materiala a zonei de lucru se face de către admitent în staţii de transformare, posturi de transformare în cabine şi subterane, puncte de alimentare, acolo unde, în aceeaşi incintă rămân instalaţii sub tensiune

3.1.5. Măsuri tehnice de securitate în muncă în zona de lucru pentru evitarea accidentelor de natură neelectrică

Art.72. Aceste măsuri au rolul de a evita accidentarea de natură neelectrică a membrilor formaţiei de lucru şi a altor persoane care ar putea pătrunde accidental în zona de lucru, ele aplicându-se conform instrucţiunilor specifice, pe genuri de lucrări şi instalaţii.

Art.73. (1) Pentru evitarea accidentelor de circulaţie (când este cazul), zona de lucru trebuie marcată cu panouri de semnalizare de securitate sau îngrădiri speciale, respectând prevederile regulilor de circulaţie.

(2) Măsurile tehnice de securitate în muncă în zona de lucru pentru evitarea accidentelor de natură neelectrică, sunt asigurate de şeful de lucrare.

3.2. Măsuri organizatorice de securitate în muncă la executarea lucrărilor în instalaţiile electrice din exploatare

Art.74. Din punct de vedere organizatoric, lucrările în instalaţiile electrice în exploatare trebuie să se execute în baza:

a) autorizaţiilor de lucru (AL);
b) instrucţiunilor tehnice interne de protecţie a muncii (ITI-PM);
c) atribuţiilor de serviciu (AS);
d) dispoziţiilor verbale (DV);
e) proceselor verbale (PV).

Art.75. La pregătirea şi executarea lucrărilor în instalaţiile electrice în exploatare, corespunzător celor menţionate la articolul anterior, trebuie să participe, după caz:

a) persoana care dispune executarea lucrărilor, denumită în cuprinsul prezentei instrucţiuni "emitent";

b) persoana care admite la lucrare, denumită în cuprinsul prezentei instrucţiuni "admitent";
c) persoana care conduce, controlează şi supraveghează formaţia de lucru, denumită în cuprinsul prezentei instrucţiuni "şef de lucrare";
d) persoanele care fac parte din efectivul formaţiei de lucru, denumite în cuprinsul prezentei instrucţiuni "executanţi";

Art.76. (1) Emitentul trebuie să facă parte din subunitatea care are în gestiune sau a preluat prin convenţie de exploatare instalaţia electrică în cauză, trebuie să aibă grupa a V-a de autorizare şi să fie numit de către conducătorul unităţii sau împuternicitul acestuia.

(2) Instalaţiile în care fiecare emitent are dreptul să dispună executarea de lucrări, se vor stabili de către conducătorul unităţii.

(3) Emitentul desemnează admitentul şi şeful de lucrare, având grupe de autorizare corespunzătoare.

Art. 77. (1) Admitentul trebuie să aibă minimum grupa a IV-a de autorizare şi să admită la lucrare şefii de lucrări desemnati de emitent pe baza propunerilor unitatilor/subunitatilor din care provin.

(2) Admitentul trebuie să asigure, după caz, măsurile tehnice prevăzute la art.44 (1) din prezenta instrucţiune.

(3) Admitentul realizează direct, parţial sau în totalitate, măsurile tehnice menţionate la art.44 (1) din prezenta instrucţiune, în măsura în care este confirmat în acest sens. Pentru măsurile tehnice pe care nu le ia personal, admitentul primeşte confirmare de la treapta de comandă operativă.

(4) Măsurile consemnate la alineatul (3) din prezentul articol, pe care admitentul nu le ia personal, trebuie să fie confirmate prin mesaj de către cel ce le-a luat efectiv, şi consemnate în evidenţele special destinate acestui scop - inclusiv în formularul AL.

(5) Admitentul trebuie să verifice, prin confruntarea confirmărilor primite cu prevederile formei de lucru (AL, ITI-PM, PV), că sunt luate toate măsurile tehnice necesare pentru realizarea separării electrice, pe care nu le-a realizat personal.

(6) În cazul în care măsurile tehnice pentru realizarea separării electrice sunt luate (asigurate) de către altă persoană decât admitentul, această persoană răspunde de realizarea corectă a tuturor măsurilor tehnice dispuse pentru separarea electrică.

(7) În cazul în care admitentul este şeful de lucrare (se autoadmite) el trebuie să realizeze sau să asigure toate măsurile tehnice prevăzute la art.44 (1) din prezenta instrucţiune.

Art. 78. (1) Şeful de lucrare este o persoană care trebuie să aibă minimum grupa a III-a de autorizare si trebuie desemnat de emitent pentru executarea lucrarii,pe baza propunerilor unitatilor/subunitatilor din care provine.

(2) În realizarea atribuţiunilor sale, şeful de lucrare trebuie:

a) să stabilească împreună cu emitentul şi şeful ierarhic numărul şi nivelul calificării profesionale, inclusiv al grupelor de autorizare pentru membrii formaţiei, funcţie de volumul de lucrări, posibilităţile de executare dispersată a lucrării, complexitatea şi tehnicitatea lucrării în conformitate cu prevederile fişei tehnologice sau a instrucţiunii tehnice de lucru;
b) să sesizeze admitentului eventualele măsuri tehnice necesare în plus faţă de cele realizate de acesta, pentru a executa lucrarea fără pericol de accidentare;

c) să respecte mărimea zonelor de lucru. În cazul în care consideră necesar, va reduce din proprie iniţiativă mărimea zonelor de lucru, astfel încât să asigure controlul activităţii formaţiei de lucru sau supravegherea în timpul lucrului în mod corespunzător;
d) să ia măsurile tehnice necesare pentru asigurarea zonei de lucru. În cazul în care aceste măsuri au fost luate de către personalul operativ, răspunde solidar cu acesta de suficienţa şi corectitudinea lor;
e) să asigure conducerea efectivă a lucrării încredinţate, fiind unicul responsabil de luarea tuturor măsurilor tehnice şi organizatorice în zona de lucru;
f) să instruiască executanţii asupra măsurilor de securitate în muncă specifice care trebuie respectate în zona de lucru;
g) să efectueze controlul activităţii formaţiei de lucru şi supravegherea în timpul lucrului;
h) să dea dispoziţii clare, fără echivoc şi fără a crea confuzii, convingându-se că executantul (executanţii) căruia (cărora) s-a adresat a (au) înţeles corect şi complet conţinutul dispoziţiilor;
i) să ia măsuri în zona de lucru, atunci când îndeplineşte rolul de supraveghetor al unei formaţii de lucru de altă specialitate, astfel încât să se împiedice accidentele de natură electrică (cu excepţia celor datorate aparatelor electrice folosite la lucrarea respectivă de către formaţia de lucru de altă specialitate). Şeful formaţiei de lucru de altă specialitate trebuie să ia toate măsurile, privind evitarea accidentelor de natură neelectrică, precum şi a accidentelor de natură electrică din cauza aparatelor si uneltelor electrice proprii folosite;
j) să folosească autoritatea sa administrativă şi profesională pentru respectarea tehnologiei de lucru şi a instrucţiunilor de securitate în muncă, de către toţi membrii formaţiei.

Art.79. (1) Persoanele care fac parte din efectivul formaţiei de lucru (executanţii) trebuie să cunoască şi să aplice întocmai la lucrări instrucţiunile de securitate în muncă specifice şi să respecte delimitarea materială a zonei de lucru, desfăşurându-şi activitatea în limitele acesteia, conform instructajului şefului de lucrare. Ele sunt obligate să sesizeze imediat orice abatere de la prezenta instrucţiune care poate conduce la accidente.

(2) În cazul în care la executarea lucrării se folosesc dispozitive sau utilaje deservite de personal de altă specialitate, acest personal trebuie să se subordoneze şefului de lucrare.

Art.80. La executarea unei lucrări, se admite ca persoana având o grupă de autorizare superioară să cumuleze şi atribuţii ale grupelor inferioare, astfel:

a) emitentul poate cumula: funcţia de admitent sau funcţia de şef de lucrare;
b) admitentul poate cumula şi funcţia şefului de lucrare, dar numai pentru lucrarea la care acesta a fost numit ca atare de unitatea/subunitatea de care apartine;
c) şeful de lucrare poate cumula şi funcţia de admitent pentru propria formaţie, cu condiţia să deţină grupa a IV-a de autorizare şi să fie desemnat ca admitent pentru aceasta, de către emitent.

3.2.1. Executarea lucrărilor în baza autorizaţiilor de lucru

Art.81. Pentru executarea unei lucrări în instalaţiile electrice în exploatare în baza autorizaţiei de lucru, trebuie să se îndeplinească următoarele măsuri organizatorice:

a) emiterea autorizaţiei de lucru şi dispunerea executării lucrării;

b) admiterea la lucrare;

c) începerea şi desfăşurarea lucrării ;

d) îndeplinirea formalităţilor în cazul întreruperii lucrării;

e) îndeplinirea formalităţilor la terminarea lucrării.

Emiterea autorizaţiei de lucru şi dispunerea executării lucrărilor

Art.82. (1) Autorizaţia de lucru (anexa 3 C) trebuie completată clar, citeţ şi fără ştersături sau corecturi, de către toţi cei care operează în acest document (emitent, admitent, şef de lucrare).

(2) Autorizaţia de lucru trebuie sa cuprindă si schema electrică a instalaţiei primare sau porţiunii din aceasta la care urmează a se lucra. Pe schema electrică se vor indica: separările electrice cu

CLP-urile care se închid, legările la pământ ,inclusiv zonele de lucru şi alte elemente necesare de evidenţiat, pentru asigurarea securităţii muncii la executarea lucrării (anexa 3 pct. 2.1).

Art.83. Autorizaţia de lucru trebuie să se emită pentru executarea unei (unor) lucrări într-o singurăinstalaţie electrică.

Art.84. Numerotarea autorizaţiilor de lucru trebuie să fie unică (secţie, atelier, centru, laborator, staţie electrică, centrală electrică etc.) astfel încât să se excludă în cadrul unei instalaţii şi lucrări, existenţa mai multor autorizaţii de lucru cu acelaşi număr.

Art.85. (1) Dezlegarea cordoanelor, demontarea unor porţiuni de bare sau dezlegarea conductoarelor de la aparataj, în vederea realizării separărilor vizibile, precum şi operaţiile inverse, constituie fiecare în parte o lucrare independentă şi trebuie să se execute în baza unei autorizaţii de lucru separate cu excepţia executării acestor operaţii de către personalul operativ, în baza AS.

(2) Montarea scurt circuitoarelor se poate realiza de către personalul desemnat de emitent în baza autorizaţiei emise pentru executarea lucrării.

Art. 86. (1) Mărimea zonelor de lucru trebuie stabilită de către emitent, consultându-se în acest sens cu şeful de lucrare.

(2) Criteriul principal de stabilire a mărimii unei zone de lucru îl constituie posibilitatea de control a activităţii formaţiei de lucru şi/sau de supraveghere a membrilor acesteia de către şeful de lucrare.

Art.87. Este permisă executarea lucrării pe baza aceleiaşi autorizaţii de lucru, într-o instalaţie care se pune repetat sub tensiune dacă în perioada executării lucrării nu se operează nici o modificare a schemei de funcţionare a instalaţiei (instalaţiilor) astfel încât scoaterea de sub tensiune să se facă prin repetarea aceloraşi manevre.

Art.88. Lucrarea se începe numai după primirea aprobării, de la admitent şi se consideră terminată numai după confirmarea acestui fapt, admitentului, de către şeful de lucrare.

Art.89. (1) În cazul unor instalaţii îndepărtate, care sunt în acelaşi timp şi locul de muncă al admitentului, transmiterea autorizaţiei de lucru de la emitent la admitent trebuie făcută printr-un curier (care poate fi chiar şeful de lucrare). În această situaţie curierul va semna copia autorizaţiei de lucru, rămasă la emitent, numai de primirea acesteia.

(2) În cazuri speciale, se admite transmiterea indirectă a conţinutului autorizaţiei de lucru, întocmită în prealabil, cu respectarea următoarelor condiţii:

a) transmiterea conţinutului autorizaţiei de lucru trebuie să se facă prin convorbire directă între emitent şi admitent;
b) după primirea conţinutului autorizaţiei de lucru, admitentul îi va citi emitentului conţinutul pe care l-a scris, urmând ca acesta să confirme corectitudinea cu care admitentul l-a înţeles.

Prin aceasta se consideră că autorizaţia de lucru a fost însuşită de admitent.

(3) Toate prevederile autorizaţiei de lucru, consemnate de emitent, trebuie analizate cu deosebită atenţie de către admitent care va confirma însuşirea lor, prin semnătură, la locul rezervat în partea de emitere.

(4) Orice neînţelegere sau nelămurire referitoare la conţinutul autorizaţiei de lucru se va clarifica imediat, nefiind permisă trecerea la faza următoare (admiterea la lucru) atât timp cât nu s-a înţeles şi însuşit conţinutul autorizaţiei de lucru.

Admiterea la lucrare

Art.90. (1) Admiterea la lucrare trebuie să se facă după realizarea efectivă a măsurilor tehnice de securitate în muncă, conform prevederilor art.44 (1) - după caz -, din prezenta instrucțiune la instalaţia în care urmează a se lucra.

(2) În acest scop admitentul şi şeful de lucrare trebuie să verifice corespondenţa măsurilor tehnice dispuse prin autorizaţia de lucru cu cele realizate şi să le confirme prin semnare în autorizaţia de lucru.

(3) Admiterea la lucrare a şefului formaţiei de lucru se consideră terminată numai după ce au fost luate toate măsurile tehnice dispuse pentru admitent

Art.91. Admitentul trebuie să confirme executarea tuturor măsurilor tehnice, prin completarea autorizaţiei de lucru, numai după ce a realizat personal aceste măsuri sau a primit confirmarea privind executarea lor conform art.77(4) sau din partea treptei de comandă operativă care are instalaţia respectivă în comandă nemijlocită ori a treptei de coordonare.

Art.92. (1) În cazul transmiterii directe a aprobării de începere a lucrării, admitentul trebuie să prezinte şefului de lucrare (verbal sau prin arătare directă) măsurile tehnice realizate şi părţile de instalaţie ce au rămas sub tensiune în apropiere.

(2) Şeful de lucrare după ce a luat cunoştinţă, din autorizaţia de lucru şi/sau din teren, de măsurile tehnice realizate şi mărimea zonei (zonelor) de lucru, dacă aceasta (acestea) a (au) fost executată (executate) de către admitent, trebuie să confirme însuşirea acestora semnând în autorizaţia de lucru la partea ce-i este rezervată. Din acest moment şeful de lucrare devine responsabil asupra lucrării încredinţate.

(3) În cazul în care şeful de lucrare consideră că măsurile tehnice nu sunt suficiente, trebuie să solicite admitentului completarea acestora, consemnându-le în autorizaţia de lucru, la partea privind "Începerea şi desfăşurarea lucrării". Vor semna atât admitentul, cât şi şeful de lucrare, în rubricile rezervate în tabelul de la pct.6. Realizarea zonelor de lucru şi mutarea în acestea. Dacă admitentul nu asigură măsurile solicitate atunci şeful de lucrare trebuie să refuze admiterea la lucrare.

Art.93. (1) În cazul transmiterii indirecte a aprobării de începere a lucrării, mesajele trebuie să fie înscrise în evidenţele operative sau în caietul de mesaje de către admitent, respectiv în autorizaţia de lucru de către şeful de lucrare. Cel care primeşte mesajul radio sau telefonic, trebuie să confirme înţelegerea corectă a acestuia, prin repetarea conţinutului său.

(2) În cazul în care condiţiile tehnice ale reţelei de telecomunicaţii o impun, se admite ca transmiterea mesajului radio sau telefonic, între admitent şi şeful de lucrare să se facă indirect, prin intermediul personalului operativ sau de comandă operativă. În aceste situaţii, personalul care face retransmiterea va consemna mesajul în evidenţele sale operative.

(3) Mesajul trebuie să conţină măsurile tehnice realizate precum şi data şi ora transmiterii aprobării de începere a lucrării.

(4) La primirea mesajului, şeful de lucrare trebuie să completeze partea rezervată admitentului în autorizaţia de lucru. Apoi, şeful de lucrare trebuie să confrunte conţinutul mesajului cu prevederile emitentului din autorizaţia de lucru, după care va semna în partea rezervată şefului de lucrare la admiterea la lucru. Din acest moment şeful de lucrare devine responsabil asupra lucrării încredinţate.

(5) În cazul mesajului scris, acesta se va anexa la autorizaţia de lucru.

(6) Dacă măsurile tehnice de realizare a zonei de lucru(ZL) au fost luate prin manevre executate prin telecomandă de la un centru de dispeceri sau centru de telecomandă, în conţinutul mesajului se va evidenţia clar că echipamentul a fost retras din exploatare „prin telecomandă”.

Echipamentul se va preda cu mesaj numai persoanei nominalizate în cererea de retragere a echipamentelor.

(7) Pentru lucrările efectuate în perimetrul staţiilor de capăt al liniilor predate cu mesaj, persoana căreia i-a fost predată linia va verifica starea operativă a liniei în staţia respectivă, la faţa locului.Similar se va proceda şi cu echipamentele care au toate capetele în aceeaşi staţie şi la care starea operativă solicitată a fost realizată prin manevre efectuate prin telecomandă.

<u>Începerea şi desfăşurarea lucrării</u>

Art.94. (1) După aprobarea începerii lucrării de către admitent, şeful de lucrare trebuie să identifice instalaţia sau partea din instalaţie la care se va lucra cu respectarea prevederilor de la art. 52 (2) şi (3).

(2) Şeful de lucrare împreună cu un membru al formaţiei trebuie să realizeze zona de lucru cu respectarea măsurilor tehnice prevăzute la art. 53.----art 73. În cazul în care zona de lucru a fost realizată de admitent, şeful de lucrare trebuie să verifice corectitudinea măsurilor luate acceptând sau nu preluarea acesteia, pe proprie răspundere .

(3) Şeful de lucrare şi membrii formaţiei trebuie să cunoască conţinutul fişei tehnologice sau a instrucţiunii tehnice de lucru specifice lucrării ce urmează să o execute. La faţa locului şeful de lucrare face o instruire succintă asupra acestora.

(4) Şeful de lucrare împreună cu membrii formaţiei de lucru trebuie să organizeze şi săpregătească condiţiile specifice pentru lucru la înălţime, conform prevederilor art.171---art.179 din prezenta instrucţiune.

(5) Şeful de lucrare trebuie să instruiască membrii formaţiei de lucru, deservenţii de utilaje şi personalul de altă specialitate, asupra limitelor zonei de lucru, a instalaţiilor sub tensiune din vecinătate, inclusiv asupra măsurilor de securitatea muncii de natură neelectrică.

(6) Şeful de lucrare trebuie să completeze formularul autorizaţiei de lucru şi să-l semneze, confirmând realizarea măsurilor ce îi revin.

Art.95. (1) În instalaţiile electrice cu supraveghere , măsurile tehnice pentru asigurarea zonei de lucru trebuie să fie luate de către personalul/comandă operativă, care va face şi admiterea la lucru. Pentru verificarea lipsei tensiunii şi legarea la pământ şi în scurtcircuit trebuie să se respecte prevederile prezentei instrucţiuni.

(2) În cazul in care seful de lucrare face parte din categoria personal delegat, participarea acestuia la realizarea masurilor tehnice şi organizatorice se va detalia in convenţia de lucrări. Şeful de lucrare trebuie să verifice luarea acestor măsuri şi să le confirme prin semnătură în autorizaţia de lucru.

(3) Dacă şeful de lucrare constată că personalul/comandă operativă nu a luat toate măsurile tehnice necesare pentru asigurarea zonei de lucru, conform prevederilor prezentei instrucţiuni proprii, el trebuie să solicite admitentului completarea acestora, consemnându-le în autorizaţia de lucru, la partea privind "Începerea şi desfăşurarea lucrării". Vor semna atât admitentul, cât şi şeful de lucrare, în rubricile rezervate.

Art.96. În instalaţiile electrice fără supraveghere , măsurile tehnice pentru asigurarea zonei de lucru trebuie să fie luate de către: personalul propriu sau delegat desemnat de emitent.

Art.97. Toţi membrii formaţiei de lucru trebuie să semneze în autorizaţia de lucru, după însuşirea instructajului efectuat de către şeful de lucrare, confirmând prin aceste semnături că au luat cunoştinţăde limitele zonei de lucru, de măsurile de securitate în muncă ce trebuie respectate şi de sarcinile de lucru încredinţate.

Art.98. După îndeplinirea tuturor celor de mai sus este permisă începerea propriu-zisă a lucrării în zona de lucru.

Art.99. Pe durata realizării zonei de lucru şeful de lucrare trebuie să ia măsuri pentru evitarea accidentării sale sau a membrilor formaţiei cu care realizează operaţiile pregătitoare, respectând reglementările proprii.

Art.100. (1) În timpul executării lucrării, şeful de lucrare trebuie să se afle în permanenţă în zona de lucru asigurând controlul activităţii formaţiei de lucru, supravegherea membrilor acesteia sauparticiparea la lucrarea încredinţată.

(2) În cazul în care în apropierea zonei de lucru, sub limita admisa (distanţa de vecinătate), se găsesc instalaţii aflate sub tensiune, iar îngrădirile acestora (plase, bariere, etc.) permit trecerea de sau prin ele a obiectelor, uneltelor sau a altor mijloace de muncă, şeful de lucrare nu va executa operaţii în cadrul lucrării, efectuând doar supravegherea permanentă a membrilor formaţiei de lucru. Dacă în aceste situaţii este necesară participarea efectivă a şefului de lucrare la executarea unor operaţii sau la verificarea calităţii unei operaţii, el

trebuie să întrerupă activitatea formaţiei de lucru, aceasta rămânând în zona de lucru fără a mai executa vreo operaţie. Întreruperea activităţii nu se va consemna în autorizaţia de lucru.

(3) Şeful de lucrare execută operaţia sau controlul necesar, eventual ajutat de un membru al formaţiei de lucru. După terminarea operaţiei sau controlului de către şeful de lucrare se poate relua, în mod normal lucrul.

(4) În timpul executării lucrării, şefului de lucrare şi membrilor formaţiei de lucru le este interzisă deschiderea îngrădirilor (fixe sau mobile) sau a vizoarelor, capacelor etc. aferente instalaţiilor care nu fac parte din zona de lucru.

Art.101. (1) Toţi membrii formaţiei de lucru trebuie să se afle în permanenţă în zona de lucru. În cazul în care natura lucrărilor o impune se admite ca unii membri ai formaţiei de lucru să lucreze separat (la alt etaj, în altă încăpere, în staţia exterioară).

(2) În acest ultim caz, subgrupa ce lucrează separat (chiar o singură persoană) trebuie să aibăun instructaj special făcut de către şeful de lucrare (fără consemnare) şi să aibă condiţii de lucru asigurate, astfel încât să se evite pericolul de accidentare (uşi încuiate spre părţi aflate sub tensiune, îngrădiri permanente, etc.). Subgrupa ce lucrează separat trebuie să aibă în componenţă un electrician cu cel puţin grupa a III-a de autorizare, acesta din urmă preluând prerogativele şefului de lucrare. Dacăsubgrupa este alcătuită dintr-o singură persoană, aceasta trebuie să fie electrician cu minim grupa a III-a de autorizare.

Art.102. În cazul în care şeful de lucrare părăseşte zona de lucru, el trebuie să evacueze membrii formaţiei din această zonă, nefiind permis nici unei persoane să revină în ea, în timpul cât lipseşte şeful de lucrare.

Art.103. (1) În zona de lucru, fără acceptul sefului de lucrare, au acces, în afară de componenţii formaţiei de lucru, numai admitentul şi personalul cu drept de control.

(2) În zona de lucru au acces numai cu acceptul sefului de lucrare, persoane cu drept de control al calităţii, protecţiei mediului , al situaţiilor de urgenta si persoane care urmăresc execuţia lucrărilor.

(3) Şeful de lucrare sau membrii formaţiei de lucru trebuie să interzică accesul altor persoane în zona de lucru care nu se regăsesc în situaţiile prevăzute la alineatele 1 şi 2.

Art.104. (1) Şeful de lucrare are dreptul să modifice componenţa formaţiei proprii, în sensul scoaterii sau introducerii de persoane, consemnând aceasta în autorizaţia de lucru la partea "Modificări în componenţa formaţiei de lucru".

(2) Persoanele scoase (în cazul în care au fost prezente la admiterea la lucru) şi cele introduse în formaţia de lucru, trebuie să semneze în autorizaţia de lucru, confirmând prin aceasta că nu vor mai pătrunde în zona de lucru, respectiv că li s-a făcut instructaj la introducerea în formaţie.

Art.105. (1) Când şeful de lucrare supraveghează în instalaţii electrice o formaţie de altă specialitate , el trebuie să realizeze sau să asigure măsurile tehnice zonei de lucru, pentru a împiedica accidentele de natură electrică şi să instruiască formaţia de lucru.

(2) În timpul lucrării, şeful de lucrare care supraveghează formaţia de lucru de altăspecialitate, trebuie să fie în permanenţă în zona de lucru, urmărind ca membrii formaţiei de lucru să nu depăşească limitele acestei zone.

(3) Conducerea formaţiei de lucru de altă specialitate aparţine şefului acesteia, sub aspectul distribuirii sarcinilor şi efectuarea instructajului pentru prevenirea accidentelor, altele decât cele de natură electrică, specifice instalaţiei.

Art.106. (1) Mutarea în altă zonă de lucru se face prin grija şefului de lucrare. În noua zonă de lucru, şeful de lucrare trebuie să realizeze toate măsurile tehnice necesare.

(2) Nu este permisă stabilirea altor zone de lucru sau mărirea lor faţă de prevederile autorizaţiei de lucru.

(3) Şeful de lucrare trebuie să consemneze în autorizaţia de lucru realizarea sau asigurarea măsurile tehnice pentru noua zonă de lucru şi trebuie să instruiască membrii formaţiei de lucru, semnând în autorizaţia de lucru în coloana prevăzută în acest scop şi confirmând, în acest fel, că s-au luat toate măsurile tehnice de protecţie a muncii necesare în noua zonă de lucru şi s-au instruit membrii formaţiei de lucru. La terminarea lucrului într-o zonă de lucru, şeful de lucrare trebuie să supravegheze strângerea uneltelor, dispozitivelor de lucru şi utilajelor, să demonteze mijloacele de protecţie montate prin grija sa şi de asemenea trebuie să evacueze membrii formaţiei de lucru din zonă. Mijloacele de protecţie montate, care sunt comune şi necesare următoarei zone de lucru, pot rămâne montate.

(4) În instalaţiile electrice cu supraveghere, măsurile tehnice pentru asigurarea unei noi zone de lucru se iau de către personalul operativ, care va face şi admiterea la lucru, semnând la coloana respectivă din autorizaţia de lucru alături de şeful de lucrare.

<u>Îndeplinirea formalităţilor în cazul întreruperii şi reluării lucrării</u>

Art.107. (1) Întreruperea lucrării este de competenţa şefului de lucrare, a admitentului sau a persoanelor cu drept de control, după caz. În funcţie de natura întreruperii aceasta poate fi:

a) pentru masă şi odihnă;

b) ca urmare a imposibilităţii de continuare a lucrării;

c) dispusă ca urmare a nerespectării normelor de protecţie a muncii;

d) pentru utilizarea formaţiei de lucru la executarea unor lucrări urgente (remedieri în urma unor incidente etc.);

e) pentru efectuarea unor probe , încercări asupra instalaţiei, verificarea lucrării;

f) la sfârşitul programului de lucru zilnic, în cazul lucrării cu o durată de execuţie mai mare de o zi;

(2) După evacuarea zonei de lucru, indiferent din ce motive, fiecărui membru al formaţiei de lucru îi este interzisă revenirea, în timpul sau la încheierea perioadei de întrerupere a lucrării, fără a fi însoţit de către şeful de lucrare sau înainte ca acesta să confirme (dispună) reînceperea lucrării. Şeful de lucrare va face uz şi în acest caz de atribuţia precizată la art.78 (2) lit. j) din prezentele norme specifice.

Art.108. (1) Întreruperea pentru masă şi odihnă se face prin grija şi pe răspunderea şefului de lucrare.

(2) În cazul unei astfel de întreruperi, mijloacele de protecţie şi dispozitivele din zona de lucru nu trebuie demontate, membrii formaţiei de lucru asigurând paza zonei, pentru a nu permite accesul în interiorul ei a altor persoane.

(3) Întreruperea lucrării pentru motivele consemnate la alin. (1) nu se consemnează în autorizaţia de lucru.

Art.109. (1) Întreruperea ca urmare a imposibilităţii de continuare a lucrării se face prin grija şi pe răspunderea şefului de lucrare, la iniţiativa sa sau a unui membru al formaţiei de lucru, însuşite de către şeful de lucrare, la apariţia oricărui fenomen sau situaţie ce poate duce la accidentarea membrilor formaţiei de lucru, şi anume:
a) apariţia furtunii;
b) apariţia descărcărilor electrice în zonă;
c) constatarea unei situaţii în instalaţie, neprevăzute în autorizaţia de lucru;
d) apariţia unei situaţii tehnologice, ce prezintă pericol de accidentare sau pentru care nu sunt condiţii de lucru, în concordanţă cu prevederile instrucţiunilor specifice; e) nerespectarea disciplinei sau a normelor de protecţie a muncii de către membrii formaţiei de lucru.
(2) Întreruperea pentru unul din motivele de mai sus, nu necesită demontarea mijloacelor de protecţie şi a dispozitivelor din zona de lucru.
(3) Pe durata întreruperii lucrării, în instalaţiile exterioare neîngrădite aflate în situaţiile consemnate la literele c); d) şi e) de mai sus trebuie să se ia măsuri de pază, prin care să nu se permităaccesul persoanelor neavizate în zona de lucru.
(4) La revenirea formaţiei în zona de lucru, după dispariţia sau eliminarea cauzei care a condus la întreruperea lucrării, şeful de lucrare trebuie să verifice existenţa tuturor mijloacelor de protecţie montate în zona de lucru şi numai după aceea va permite accesul membrilor formaţiei în zona de lucru.
(5) Întreruperea lucrării precum şi reluarea acesteia, se consemnează separat în autorizaţia de lucru, la partea rezervată în acest scop, notându-se data si ora întreruperii, respectiv reluării lucrării, şeful de lucrare semnând în coloana respectivă.
Art.110. (1) Personalul cu drept de control, admitentul sau personalul operativ a instalaţiei respective are competenţa de a dispune şefului de lucrare întreruperea lucrării, în cazul în care se constatănerespectarea prevederilor autorizaţiei de lucru (depăşirea zonei de lucru, neluarea măsurilor tehnice necesare pentru realizarea zonei de lucru etc.) sau a altor prevederi ale instrucţiunilor de securitate a muncii (neutilizarea mijloacelor individuale de protecţie, a echipamentelor tehnice corespunzătoare etc.).
(2) După eliminarea cauzelor care au condus la necesitatea întreruperii lucrării, continuarea acesteia este permisa pe răspunderea şefului de lucrare.
(3) În cazul nerespectării de către şeful de lucrare a dispoziţiilor primite, indiferent de motive, personalul de control, admitentul sau personalul operativ a instalaţiei respective trebuie să evacueze formaţia de lucru, să retragă autorizaţia de lucru şi să anunţe emitentul pentru luarea măsurilor necesare în vederea continuării lucrărilor.
(4) Întreruperea lucrării dispuse conform celor de mai sus va fi consemnată în autorizaţia de lucru, notându-se data şi ora întreruperii, iar şeful de lucrare va semna în coloana rezervată în acest scop. Reluarea lucrării trebuie să fie consemnată, de asemenea, în autorizaţia de lucru, notându-se data şi ora, iar şeful de lucrare trebuie să semneze în coloana corespunzătoare .
Art.111. (1) Necesitatea utilizării formaţiei de lucru pentru executarea unor lucrări urgente, impune întreruperea temporară a lucrării, la dispoziţia admitentului sau a emitentului.

(2) În această situaţie, formaţia de lucru evacuează zona de lucru, iar mijloacele de protecţie şi dispozitivele din această zonă pot rămâne montate.
(3) Pe durata întreruperii lucrării, în instalaţiile exterioare neîngrădite, şeful de lucrare trebuie să ia măsuri de pază, pentru a nu se permite accesul persoanelor neavizate în zona de lucru.
(4) La revenirea formaţiei în zona de lucru după întreruperea lucrării în alte situaţii decât cele prevăzute la alin. (3) de mai sus, şeful de lucrare trebuie să verifice existenţa tuturor mijloacelor de protecţie prevăzute în autorizaţia de lucru şi numai după aceea va permite accesul membrilor formaţiei în zona de lucru.
(5) Întreruperea şi reluarea lucrării trebuie consemnată în autorizaţia de lucru.
Art.112. (1) Personalul operativ, în calitate de admitent, trebuie să ceară şefului de lucrare întreruperea lucrării, în instalaţia în care se lucrează, când sunt necesare probe, încercări sau revenire la schema normală.
(2) În instalaţiile fără personal de supraveghere, solicitarea întreruperii lucrării poate fi dată de admitentul, emitentul sau coordonatorul lucrării.
(3) Admitentul, emitentul sau coordonatorul lucrării trebuie să dispună tuturor şefilor de lucrare evacuarea personalului şi, dacă situaţia o cere, demontarea mijloacelor de protecţie din zonele de lucru.
(4) Şefii de lucrări sunt obligaţi să respecte dispoziţiile admitentului, emitentului sau coordonatorului, referitoare la întreruperea lucrărilor şi demontarea mijloacelor de protecţie din zonele de lucru, dacă situaţia o cere şi să retragă membrii formaţiei din aceste zone, confirmând aceasta prin completarea autorizaţiilor de lucru la partea "Întreruperea şi reluarea lucrării".
(5) În timpul efectuării probelor, încercărilor etc. care se fac de către o altă formaţie, cu autorizaţie de lucru proprie, şeful de lucrare, a cărui lucrare a fost întreruptă, trebuie să supravegheze în mod deosebit membrii formaţiei proprii, pentru a nu pătrunde în zona respectivă, atât timp cât durează întreruperea lucrării.
(6) Reluarea lucrării este admisă numai după primirea aprobării în acest sens de la admitent, emitent sau coordonator şi după completarea autorizaţiei de lucru la partea rezervată în acest scop.
(7) În instalaţiile electrice cu supraveghere, şeful de lucrare trebuie să ia măsuri de asigurare împotriva accidentelor de natură neelectrică.
(8) Şeful de lucrare este obligat ca la reluarea lucrării să ia toate măsurile tehnice necesare în zona de lucru, confirmând aceasta prin semnare în autorizaţia de lucru.
(9) În instalaţiile electrice cu supraveghere, demontarea şi remontarea mijloacelor de protecţie în zona de lucru, ca urmare a întreruperii lucrării, pot fi executate de către personalul operativ sau de către şeful de lucrare conform prezentei instructiuni.
Art.113. (1) Se admite ca în instalaţiile electrice, şeful de lucrare care execută lucrări de defectoscopie sau încercări cu tensiune mărită, în baza autorizaţiei de lucru, să demonteze şi să remonteze mijloacele de protecţie din zona de lucru proprie.
(2) Emitentul trebuie să consemneze în autorizaţia de lucru, (Cap. A, poz. 13 "Măsuri suplimentare") lucrările ce trebuie întrerupte pe timpul încercărilor şi numele şefilor de lucrare.

(3) Şeful de lucrare de încercări şi defectoscopie trebuie să solicite şefilor de lucrări din instalaţia ce urmează a fi supusă încercărilor întreruperea lucrărilor şi demontarea mijloacelor de protecţie în zonele de lucru, dacă situaţia o cere.

(4) Şefii de lucrări ai formaţiilor de lucru care se retrag trebuie să consemneze întreruperea lucrărilor în autorizaţiile de lucru aflate asupra lor, iar şeful de lucrare de încercări şi defectoscopie va reţine aceste autorizaţii de lucru la el. Efectuarea încercărilor este permisă numai după ce s-a făcut întreruperea lucrărilor la toate formaţiile de lucru ce lucrează la instalaţia supusă încercărilor.

(5) După terminarea încercărilor, demontarea instalaţiilor utilizate la încercări şi descărcarea de sarcină capacitivă, şeful de lucrare pentru încercări şi defectoscopie va permite reluarea lucrărilor de către formaţiile de lucru ale căror lucrări au fost întrerupte, înapoindu-le autorizaţiile de lucru reţinute anterior.

(6) Şefii de lucrări trebuie să verifice şi să realizeze din nou toate măsurile tehnice necesare în zonele de lucru proprii, confirmând aceasta prin semnarea în autorizaţia de lucru în partea rezervată în acest scop, la reluarea lucrării.

Art.114. (1) Întreruperea lucrării la sfârşitul programului de lucru zilnic, în cazul lucrărilor fără scoatere de sub tensiune sau cu scoatere de sub tensiune, dar fără repunere zilnică sub tensiune, trebuie să se facă prin grija şi pe răspunderea şefului de lucrare, fără anunţarea admitentului şi fără demontarea mijloacelor de protecţie şi a dispozitivelor din zona de lucru. Se exceptează lucrările în instalaţiile electrice cu supraveghere, când autorizaţia de lucru se predă admitentului, care o păstrează pe durata întreruperii lucrării.

(2) La revenirea formaţiei în zona de lucru, şeful de lucrare trebuie să verifice existenţa tuturor mijloacelor de protecţie prevăzute in autorizaţia de lucru şi numai după aceea va permite accesul membrilor formaţiei în zona de lucru.

(3) Întreruperea şi reluarea lucrării trebuie consemnată în autorizaţia de lucru.

Art.115. (1) Întreruperea lucrării la sfârşitul programului de lucru zilnic, precum şi reluarea lucrării într-una din zilele următoare, în cazul lucrărilor cu scoatere de sub tensiune dar cu repunere zilnică sub tensiune, trebuie să se facă de către şeful de lucrare cu anunţarea şi aprobarea admitentului.

(2) Şeful de lucrare trebuie să demonteze mijloacele de protecţie şi dispozitivele din zona de lucru, la sfârşitul programului de lucru zilnic.

(3) Şeful de lucrare trebuie să verifice condiţiile tehnice necesare repunerii sub tensiune a instalaţiei (părţii din instalaţie) şi să evacueze membrii formaţiei, consemnând în autorizaţia de lucru data şi ora întreruperii lucrării şi semnând în partea rezervată în acest scop.

(4) Şeful de lucrare trebuie să comunice admitentului întreruperea lucrării, demontarea mijloacelor de protecţie şi dispozitivelor din zona de lucru, montate prin grija sa, inclusiv evacuarea membrilor formaţiei de lucru, specificând că instalaţia poate fi pusă sub tensiune.

(5) Şeful de lucrare trebuie să anunţe admitentul (direct sau prin telefon ori radio) căintenţionează să reia lucrarea.

(6) După luarea masurilor tehnice pentru realizarea separării electrice în instalaţiile electrice cu supraveghere, admitentul trebuie să transmită direct aprobarea de reîncepere a lucrării.

(7) Şeful de lucrare trebuie să realizeze măsurile tehnice necesare în zona de lucru şi va dispune membrilor formaţiei reluarea lucrării, consemnând în autorizaţia de lucru data şi ora reluării lucrării, şi semnând în partea rezervată în acest scop.
(8) În situaţia în care şeful de lucrare este şi admitent, reluarea lucrării se va face pe proprie răspundere după luarea tuturor măsurilor tehnice de securitate în muncă pentru realizarea zonei de lucru şi după consemnarea reluării lucrării în autorizaţia de lucru.
(9) Când aprobarea de reluare a lucrării se realizează prin transmitere indirectă, şeful de lucrare va cere si va consemna la capitolul E în formularul autorizaţiei de lucru, în coloana aferentă semnăturii admitentului numărul mesajului pentru măsurile tehnice pe care nu le-a executat personal.
(10) Nereluarea lucrărilor întrerupte după mai mult de trei zile lucrătoare consecutive conduce la pierderea valabilităţii formularului autorizaţiei de lucru. Reluarea lucrării după mai mult de trei zile trebuie realizată în baza unei noi autorizaţii de lucru.

Îndeplinirea formalităţilor la terminarea lucrării

Art.116. (1) La terminarea lucrării, şeful de lucrare trebuie sa asigure în succesiune, strângerea tuturor materialelor şi uneltelor, executarea curăţeniei, demontarea mijloacelor de protecţie montate împreună cu formaţia sa în zona de lucru şi evacuarea tuturor membrilor formaţiei din instalaţie.
Şeful de lucrare trebuie să predea instalaţia admitentului, executând împreună cu acesta probele funcţionale ale aparatelor revizuite, posibil a fi executate înainte de punerea sub tensiune, după care completează în autorizaţia de lucru partea ce-l priveşte la capitolul F "Terminarea lucrării şi predareaprimirea instalaţiei" inclusiv obţinerea semnăturilor membrilor formaţiei de lucru.
(2) În cazul în care formaţia de lucru este de altă specialitate si execută lucrări în instalaţii electrice, sub supravegherea unui electrician supraveghetor de lucrare, anunţarea terminării lucrării se va face de către şeful acestei formaţii, supraveghetorului.
(3) Comunicarea terminării lucrării se face de către şeful de lucrare (supraveghetor) admitentului direct sau indirect, prin mesaj radio sau telefonic, consemnat în evidenţele operative sau în caietul de mesaje. În cazul în care această comunicare se face direct, admitentul va reţine autorizaţia de lucru, iar în cazul comunicării indirecte, şeful de lucrare va preda ulterior admitentului autorizaţia de lucru.
(4) Din momentul comunicării terminării lucrării de către şeful de lucrare admitentului, este interzis accesul membrilor formaţiei de lucru în instalaţia (partea din instalaţie) la care au lucrat, aceasta putând fi pusă sub tensiune.
(5) După primirea comunicării de terminare a lucrării, din partea tuturor şefilor de lucrare pe care i-a admis la lucru (sau care au fost admişi la lucru de către personalul operativ), admitentul trebuie să anunţe personalul de comandă operativă, care are instalaţia respectivă în comandă nemijlocită sau cel de coordonare, despre terminarea lucrării şi posibilitatea punerii sub tensiune a instalaţiei (părţii din instalaţie).
Art.117. (1) În cazuri deosebite este permis ca instalaţia sau partea din instalaţie să fie pusă sub tensiune, înaintea terminării normale a lucrării. În aceste situaţii, personalul de comandă operativă sau de coordonare,

se adresează admitentului, singura persoană care are dreptul să confirme posibilitatea punerii instalaţiei sau părţii din instalaţie sub tensiune.

(2) De asemenea este permis ca lucrarea să se încheie fără punerea sub tensiune a instalaţiei.

În aceste situaţii, admitentul confirmă încheierea lucrării prin semnarea autorizaţiei la cap F pct.11 şi va comunica dispecerului încheierea lucrării fără punerea sub tensiune a instalaţiei.

(3) Şefii de lucrări trebuie ca, la dispoziţia admitentului, să încheie în cel mai scurt timp lucrările, să demonteze mijloacele de protecţie din zona de lucru (montate prin grija lor), să evacueze membrii formaţiilor de lucru proprii din instalaţie şi să comunice terminarea lucrărilor permiţând punerea sub tensiune a instalaţiei sau părţii din instalaţie.

(4) Metodologia de confirmare a terminării lucrărilor în aceste situaţii este aceeaşi ca în cazul terminării normale.

(5) Pentru situaţiile în care şefii de lucrare, respectiv membrii formaţiilor de lucru, nu au fost găsiţi în zonele de lucru, admitentul trebuie să se asigure că instalaţia din punct de vedere tehnic, poate fi pusă sub tensiune (nu sunt părţi lipsă, nu sunt scurtcircuitoare montate, etc., care ar putea conduce la accidente umane sau tehnice). În această situaţie admitentul trebuie să asigure personal de pază, care săîmpiedice accesul formaţiilor în zona de lucru. Personalul de pază nu are voie să părăsească locurile fixate, până când şefii de lucrări, luând act de situaţia survenită, vor consemna în autorizaţiile de lucru terminarea lucrărilor.

3.2.2. Executarea lucrărilor fără autorizaţie de lucru

Art.118. În instalaţiile electrice în exploatare se pot executa lucrări fără autorizaţie de lucru, în baza:

a) instrucţiunilor tehnice interne de protecţie a muncii (ITI-PM);

b) atribuţiilor de serviciu (AS);

c) dispoziţiilor verbale (DV);

d) proceselor verbale (PV).

Art.119. (1) Executarea de lucrări în instalaţiile electrice din exploatare fără AL se face pe baza unei dispoziţii a emitentului.

(2) La executarea lucrărilor fără AL se admite cumulul de funcţii, conform prevederilor art. 79 din prezenta instrucţiune.

(3) La executarea lucrărilor fară AL trebuie sa se respecte prevederile art.100 (4) din prezenta instrucţiune.

3*.2.3. Executarea lucrărilor în baza instrucţiunilor tehnice interne de protecţie a muncii (ITI-PM)*

Art.120. Executarea lucrărilor în instalaţiile electrice din exploatare în baza ITI-PM, este permisă personalului autorizat în acest sens.

Art.121. ITI-PM se aprobă de către conducătorul unităţii care a elaborat instrucţiunea şi se avizează din punct de vedere al măsurilor de securitate în muncă de unitatea de exploatare la care se aplică; conţinutul ITI-PM este structurat în anexa 3 D la prezenta instrucţiune.

Art.122. (1)Lista categoriilor de lucrări ce se pot executa pe bază de ITI-PM, este prezentată în anexa 4.

(2) Subunităţile vor întocmi liste cu lucrările derivate din anexa 4, care trebuie aprobate de conducătorii acestora. Aceste liste pot fi completate şi cu alte lucrări, ce vor fi avizate de asemeni de conducătorul subunităţii de exploatare.

(3) Lista personalului care are dreptul de a executa lucrări în baza ITI-PM, având pentru fiecare lucrător precizate numerele ITI-PM respective, din lista cu denumirile acestora, trebuie să se afle la sediul formaţiei de lucru care execută lucrări în baza lor şi la sediul personalului care admite la lucru.

(4) ITI-PM se va afla asupra şefului de lucrare în timpul executării lucrării.

Art.123. (1) Pentru executarea lucrărilor în baza ITI-PM, măsura organizatorică de dispunere a lucrării, trebuie să se realizeze, prin consemnarea lucrărilor de către emitent, într-un registru special destinat acestui scop aflat la sediul subunităţii care are în exploatare instalaţia în care urmează a se lucra, notându-se:

a) instalaţia în care urmează a se lucra;

b) numărul ITI-PM în baza căreia urmează a se executa lucrarea;

c) numele emitentului, admitentului, şefului de lucrare şi al membrilor formaţiei de lucru;

d) data executării lucrării;

e) semnăturile emitentului şi a şefului de lucrare

(2) Pentru formaţiile dispersate teritorial, dispoziţia de executare a lucrărilor în baza ITI-PM se poate da şi telefonic, cu consemnarea şi apoi confirmarea prin semnătură în registrul aferent, menţionat la pct. (1) e)

(3) În vederea executării unei lucrări pe baza ITI-PM în instalaţii electrice, personalul operativ trebuie să consemneze în evidenţele sale operative următoarele:

a) denumirea instalaţiei şi a echipamentului (elementului) la care se lucrează;

b) numărul ITI-PM în baza căreia se execută lucrarea;

c) numele şefului de lucrare şi numărul membrilor formaţiei de lucru;

d) manevrele executate;

e) data şi ora începerii si terminării lucrării;

(4) La executarea unei lucrări în instalaţii electrice cu supraveghere în baza ITI-PM care necesită manevre (modificări ale schemei, întreruperi de tensiune) sau afectează circuite secundare, şeful de lucrare va solicita personalului operativ executarea acestora. Aprobarea pentru efectuarea manevrelor de către personalul operativ sau modificarea circuitelor secundare se dă de către treapta de conducere operativă.

Art.124. (1) Formaţia de lucru trebuie să aibă conform prevederii ITI-PM, un număr minim de executanţi cu grupe de autorizare necesare executării manevrelor şi a lucrării.

(2) Formaţia poate fi completată cu personal de altă specialitate, şeful de lucrare având obligaţia instruirii corespunzătoare lucrării specifice care urmează să se execute.

(3) Măsurile privind autoadmiterea la lucrare, supravegherea în timpul lucrării, întreruperea lucrării, mutarea în altă zonă de lucru, se iau de către şeful de lucrare, fără a fi consemnate.

Art.125. (1) La executarea lucrărilor în baza ITI-PM în instalaţiile electrice fără supraveghere, se interzice autoadmiterea, dacă în instalaţia separată electric lucrează concomitent şi alte formaţii de lucru.

(2) Montarea scurtcircuitoarelor se poate realiza de către personalul desemnat de emitent în baza ITI-PM pentru executarea lucrării respective.

3.2.4. Executarea lucrărilor în baza atribuţiilor de serviciu (AS)

Art.126. Lucrările în baza atribuţiilor de serviciu se execută numai de către personalul operativ a instalaţiilor electrice.

Art.127. La lucrările executate în baza atribuţiilor de serviciu, măsura organizatorică de îndeplinire a formelor de lucru se realizează prin semnătura de preluare a serviciului, în registrul operativ (va semna întreaga formaţie de lucru).

Art.128. Măsurile organizatorice privind admiterea la lucru, supravegherea în timpul lucrului, întreruperea lucrării, mutarea în altă zonă de lucru, trebuie să fie luate de către şeful de lucrare, fără a fi consemnate.

Art.129. Lista categoriilor de lucrări ce se pot executa în baza atribuţiilor de serviciu, este cuprinsă în anexa 4.

Art.130. (1) Subunităţile vor întocmi liste cu lucrările concrete derivate din anexa 4, care trebuie aprobate la nivelul structurilor regionale. Aceste liste pot fi completate şi cu alte lucrări.

(2) Lista lucrărilor ce se execută în baza atribuţiilor de serviciu, trebuie să se afle la sediul personalului operativ şi trebuie cunoscută de acesta.

3.2.5. Executarea lucrărilor în baza dispoziţiilor verbale (DV)

Art.131. Categoriile de lucrări care se pot executa in baza dispoziţiilor verbale sunt prezentate in anexa 4 la prezenta instrucţiune.

Art.132. (1) Lista lucrărilor ce se pot executa pe baza dispoziţiilor verbale trebuie elaborate de catre subunitații și aprobate la nivelul structurilor regionale. Lista trebuie să se afle la sediiile acestora şi la personalul operativ.

(2) Emitenţii dispoziţiilor verbale trebuie să se convingă că acestea au fost înţelese complet şi corect de către cel (cei) căruia (cărora) le-au fost dispuse.

3.2.6. Executarea lucrărilor în baza proceselor verbale (PV)

Art.133. Executarea lucrărilor în baza proceselor verbale se admite în instalaţiile electrice scoase de sub tensiune, în care instalaţia sau partea din instalaţie la care se lucrează este separată vizibil prin dezlegări de cordoane sau conductoare la liniile electrice aeriene, demontarea unor porţiuni de bare sau dezlegarea conductoarelor de la aparataj.

Art.134. Elementele cuprinse în procesul verbal sunt prezentate în anexa 3E, procedura de circulaţie şi păstrare fiind conformă în acest sens cu cele ale autorizaţiei de lucru din prezenta instrucțiune.

Art.135. Aprobarea de începere a lucrării şi comunicarea privind terminarea lucrării trebuie să se dea prin transmitere directă.

3.3. Măsuri tehnice şi organizatorice de securitate în muncă la executarea lucrărilor în instalaţiile electrice din exploatare, fără scoaterea acestora de sub tensiune

Art.136. (1) Executarea lucrărilor fără scoaterea de sub tensiune a instalaţiilor electrice din exploatare este admisă în situaţia în care:

a) zona de lucru este situată la o distanţă mai mare decât limita admisa (distanţa de vecinătate) stabilită la art.45 (2) şi sunt luate măsuri tehnice conform art.137 din prezenta instrucţiune;

b) zona de lucru sau o parte a acesteia se situează sub limita admisa(distanţa de vecinătate) faţa de părţile aflate sub tensiune ale instalaţiilor electrice şi sunt luate măsuri tehnice conform art.141 din prezenta instrucțiune.

c) zona de lucru este situată în instalaţiile electrice la care s-a întrerupt tensiunea şi s-au realizat separările electrice, dar care nu sunt legate la pământ şi în scurtcircuit şi sunt luate măsuri tehnice conform Art.143 din prezenta instrucțiune

d) lucrarea se execută direct asupra instalaţiei electrice sub tensiune şi sunt luate măsuri tehnice conform art.142 sau art.143 din prezenta instrucțiune.

(2) Conducătorul unităţii de exploatare trebuie să aprobe lista lucrărilor ce se execută fărăscoatere de sub tensiune precum şi a formei organizatorice conform prevederilor art.74 din prezenta instrucţiune, în baza căreia personalul este obligat să le execute.

(3) Lucrările fără scoaterea de sub tensiune a instalaţiilor şi echipamentelor electrice trebuie săfie executate de către personalul autorizat pentru lucrul sub tensiune.

Art.137. Pentru executarea lucrărilor la distanţă mai mare decât limita admisa (distanta de vecinătate), faţă de părţile aflate sub tensiune ale instalaţiilor electrice, trebuie să se realizeze următoarele măsuri tehnice:

a) identificarea instalaţiei (zonei) la care urmează a se lucra;
b) verificarea vizuală a continuităţii legării la pământ a părţilor metalice care în mod normal nu trebuie să fie sub tensiune;
c) delimitarea materială a zonei de lucru, montarea panourilor de semnalizare de securitate şi /sau marcarea limitei de acces pe stâlpii metalici în cazul vopsirii sau lucrărilor de lăcătuşerie asupra acestora.
d) luarea măsurilor pentru evitarea accidentelor de natură neelectrică;

Art.138. În timpul executării lucrărilor la distanţă mai mare decât limita admisă (distanţa de vecinătate), faţă de părţile aflate sub tensiune ale instalaţiilor electrice, sunt interzise:

a) demontarea îngrădirilor permanente sau depăşirea acestora;

b) urcarea pe posturile de transformare aeriene, pe suportul aparatajului aflat sub tensiune şi pe îngrădirile permanente ale acestuia.

Art.139. (1) Pentru executarea lucrărilor sub limita admisa (distanţa de vecinătate) faţă de părţile aflate sub tensiune ale instalaţiilor electrice, trebuie să se realizeze, cel puţin, următoarele măsuri tehnice:

a) identificarea instalaţiei (locului) în care urmează a se lucra;

b) verificarea vizuală a continuităţii legării la pământ a părţilor metalice care în mod normal nu trebuie să fie sub tensiune;

c) verificarea lipsei tensiunii, după caz, la elementele metalice ale instalaţiilor din viitoarea zona de lucru (stâlpi metalici, stelaje metalice ale tablourilor de distribuţie, uşi ale cutiilor de distribuţie, firidelor de branşament etc.), utilizând detectorul de joasă tensiune;
d) montarea de îngrădiri electroizolante mobile, după caz
e) delimitarea materială a zonei de lucru, după caz, şi montarea panourilor de semnaliazare de securitate.
f) luarea măsurilor pentru evitarea accidentelor de natură neelectrică;
Art.140. Pentru executarea lucrărilor în instalaţiile electrice sau părţile din instalaţii separate electric trebuie să se realizeze următoarele măsuri tehnice:
a) identificarea instalaţiei (locului) în care urmează a se lucra;
b) verificarea integrităţii legării la pământ a carcaselor aparatajelor, a stâlpilor şi suporţilor metalici şi de beton (după caz);
c) verificarea lipsei tensiunii si descărcarea de sarcină capacitivă a instalaţiei la care urmeazăa se lucra; verificarea lipsei tensiunii se va efectua, după caz, şi la elementele metalice ale instalaţiilor (stâlpi metalici, stelaje metalice ale tablourilor de distribuţie, uşi ale cutiilor de distribuţie, firidelor de branşament etc.);
d) delimitarea materială a zonei de lucru şi montarea panourilor de semnalizare de securitate,după caz;
e) luarea măsurilor pentru evitarea accidentelor de natură neelectrică;
f) utilizarea dispozitivelor şi sculelor pentru lucru sub tensiune (după caz).

Art.141. Lucrările care se execută direct asupra părţilor aflate sub tensiune ale instalaţiilor electrice (de către personalul operativ sau de mentenanţă), prin metoda "în contact", trebuie să aibă la bază, ca formă organizatorică ITI-PM sau AS, iar cele care se execută prin metoda " la potenţial" trebuie să aibă la bază, ca formă organizatorică ITI-PM întocmit în conformitate cu Instrucţiunile tehnologice specifice lucrărilor.
Art.142. (1) Pentru executarea lucrărilor sub tensiune în contact la joasa tensiune trebuie să se realizeze următoarele măsuri tehnice:
a) identificarea instalaţiei (locului) în care urmează a se lucra inclusiv a tipului de conductor pentru a se asigura ca nu se executa lucrari sub tensiune in LEA joasa tensiune cu conductoare neizolate (clasice);
b) verificarea vizuală a continuităţii legării la pământ a părţilor metalice care în mod normal nu trebuie să fie sub tensiune;
c) verificarea lipsei de tensiune efectuată la părţile metalice de la pct.b făcută cu detectorul de joasa tensiune;
d) delimitarea materială a zonei de lucru, după caz, şi montarea panourilor de semnalizare de securitate;
e) luarea măsurilor pentru evitarea accidentelor de natură neelectrică;
f) asigurarea de către şeful de lucrare şi membrii formaţiei că în spate şi în părţile laterale nu sunt în apropiere părţi aflate sub tensiune neîngrădite sau neprotejate, astfel încât să existe suficient spaţiu, care să permită efectuarea mişcărilor necesare la lucrare, în condiţii de securitate
g) utilizarea dispozitivelor şi sculelor pentru lucru sub tensiune (după caz)
(2) Pentru executarea lucrărilor sub tensiune în contact la înaltă tensiune este necesară autorizarea speciala a personalului;

(3) Executanţii trebuie să utilizeze echipamentele individuale de protecţie la locul de muncă, dispozitivele şi mijloacele de protecţie nominalizate în instrucţiunea tehnologică aferentă ;
(4) La folosirea pentru lucrul la înălţime a autoscării mecanice, pentru evitarea pericolului de accidentare a personalului deservent (şoferi sau electricieni-şoferi), în cazul atingerii accidentale a autoscării cu elementele instalaţiei sub tensiune, personalul respectiv trebuie să fie dotat şi să utilizeze în timpul coborârii şi urcării în cabina autoscării, precum şi la manevrarea acesteia, mănuşi electroizolante, încălţăminte electroizolantă si casca de protecţie.
Art.143. (1) Pentru executarea lucrărilor asupra instalaţiilor aflate sub tensiune la potenţial, trebuie să se realizeze următoarele măsuri tehnice:
a) identificarea instalaţiei (locului) în care urmează a se lucra;
b) luarea măsurilor pentru evitarea accidentelor de natură neelectrică;
c) utilizarea dispozitivelor şi uneltelor electroizolante speciale.
(2) Pentru executarea lucrărilor sub tensiune la potenţial la înaltă tensiune este necesară autorizarea specială a personalului.
(3) În cazul în care se lucrează sub tensiune pe o linie electrică aeriană de înaltă tensiune, aceasta se considera „în regim special de exploatare" şi se vor lua masurile nominalizate în cererea de modificare a stării echipamentului (anulare RAR, modificări ale stării operative a protecţiilor, interdicţie de conectare în cazul declanşării, etc).
(4) Linia electrică aeriană de înaltă tensiune la care se lucrează şi care a declanşat prin protecţie, nu se va reconecta decât după ce s-au clarificat motivele declanşării, respectiv că acestea nu provin din zona în care se lucrează sub tensiune.
(5) Executanţii trebuie să utilizeze echipamentele individuale de protecţie la locul de muncă, dispozitivele şi mijloacele de protecţie nominalizate în instrucţiunea tehnologică aferentă.

3.4. Măsuri de securitate a muncii la exploatarea operativă a instalaţiilor electrice

Art.144. Personalul operativ trebuie să îndeplinească următoarele condiţii:
a) să deţină minimum grupa a IV-a de autorizare dacă îşi desfăşoară singur activitatea în instalaţiile electrice;
b) să deţină minimum grupa a IV-a, respectiv minimum grupa a II-a de autorizare, dacă instalaţiile electrice sunt exploatate operativ de două sau mai multe persoane.
Art.145. În cazuri justificate şi pe timp limitat, se admite ca la dispoziţia, sau cu aprobarea conducerii subunităţii de exploatare, formaţia de exploatare operativă de serviciu să fie mărită sau completată, cu alt personal de exploatare. În asemenea cazuri, introducerea şi scoaterea din formaţia de servire operativă de serviciu a personalului suplimentar se va consemna de către şeful de tură în evidenţele operative (numele şi prenumele, ziua şi ora, persoana care a dispus). Persoanele introduse suplimentar în formaţia de exploatare operativă, de serviciu trebuie să semneze în registrul operativ şi se subordonează şefului de tură, având răspunderi corespunzătoare atribuţiilor specifice funcţiei exercitate sau sarcinilor încredinţate.

Art.146. (1) Personalului operativ îi este interzis să demonteze îngrădirile permanente ale instalaţiilor electrice sub tensiune şi să pătrundă dincolo de aceste îngrădiri.

(2) Se permite deschiderea îngrădirilor (fixe sau mobile) sau a vizoarelor, capacelor, etc.) unor dispozitive (vizoare, capace etc.) special destinate pentru a crea posibilitatea controlului curent (vizual) a echipamentelor aflate în interiorul îngrădirilor, fiind interzisă depăşirea către interior a planului acestor dispozitive cu orice parte a corpului.

Art.147. Personalul operativ trebuie să însoţească, în instalaţiile electrice cu supraveghere în care-şi desfăşoară activitatea,persoanele cu drept de control sau alt personal aprobat de conducerea unităţii.

Supravegherea instalaţiilor electrice

Art.148. Personalul operativ care asigură numai supravegherea instalaţiilor electrice, îşi desfăşoară activitatea în baza atribuţiilor sale de serviciu, putând deţine minimum grupa a II-a de autorizare.

Controlul instalaţiilor electrice

Art.149. (1) Controlul instalaţiilor electrice se efectuează de către una sau două persoane.

(2) În următoarele situaţii controlul trebuie să se efectueze de către două persoane:

a) instalaţii nominalizate ca zona de risc ridicat şi specific;

b) instalaţii subterane la care accesul se face prin trape;

c) instalaţii electrice exterioare (LEA) pe timp de noapte sau vizibilitate redusă (viscol, furtună, ceaţă, ploi torenţiale).

Art.150. (1) La controlul instalaţiilor electrice de înaltă tensiune aflate într-o incintă, interioară sau exterioară, uşa (poarta) de intrare în incinta respectivă trebuie să fie încuiată din interior, de către cel ce execută controlul, în aşa fel încât să nu se permită accesul unor persoane neavizate, dar să se permită în schimb ieşirea rapidă în caz de necesitate. La efectuarea controlului în condiţii de întuneric şi noaptea, este obligatorie aprinderea luminii din incintă sau folosirea unei surse independente de lumină.

(2) În instalaţiile electrice cu supraveghere, şeful de tură poate da dispoziţii pentru control în situaţii deosebite (furtună, ploaie, viscol etc.). În aceste situaţii şefului de tură respectiv îi revin responsabilităţile emitentului.

Art.151. (1) În timpul efectuării controlului, celor care îl execută le sunt interzise:

a) executarea oricăror lucrări;

b) demontarea îngrădirilor permanente ale instalaţiilor electrice;

c) urcarea pe stâlpii liniei;

d) urcarea pe structurile echipamentelor electrice.

(2) Se permite, la efectuarea controlului, aplicarea prevederilor Art.150 (2) de mai sus.

(3) În timpul executării controlului, instalaţia (celulă, linie, echipament) trebuie considerată ca aflată sub tensiune, chiar în cazul în care se cunoaşte că s-a întrerupt tensiunea, având în vedere posibilitatea punerii instalaţiei sub tensiune (voită sau accidentală).

Art.152. (1) În cazul în care la control se constată o punere la pământ (atingerea unei părţi din instalaţie care se află sub tensiune cu îngrădirea permanentă, carcasa, stelajul, pereţii, pardoseala sau un conductor căzut la

pământ), persoanei care execută controlul îi este interzisă apropierea de locul de defect, înainte de scoaterea instalaţiei de sub tensiune.

(2) Este interzisă parcurgerea pe sub conductoare a traseului unei linii electrice aeriene în cadrul controlului de noapte sau care se execută, ca urmare a unei declanşări (chiar RAR reuşit). Se exceptează liniile de 110 kV, la care este permisă parcurgerea pe sub conductoare a traseului, în timpul zilei, în vederea depistării defectelor la aceste linii.

(3) În cazul în care la controlul unei linii electrice aeriene se găseşte în localităţi un conductor rupt, căzut la pământ sau care atârnă, persoana care face controlul este obligată să ia măsuri de prevenire a apropierii trecătorilor de acesta (organizarea unei paze la locul de defect, fixarea pe ţăruşi a unor panouri de semnalizare de interzicere etc.) şi să anunţe imediat personalul de comandă operativă pentru luarea de măsuri corespunzătoare.

(4) În cazul în care conductorul rupt se află în afara localităţilor, persoana care face controlul trebuie să anunţe personalul de comandă operativă cât mai repede posibil.

Art.153. În timpul controlului, în instalaţiile electrice cu tensiuni sub 220 kV inclusiv, personalul va utiliza casca de protecţie a capului şi încălţăminte de protecţie electroizolantă.

Executarea manevrelor în instalaţiile electrice

Art.154. (1)Manevrele în instalaţiile electrice de înaltă tensiune se execută, în conformitate cu prevederile "Regulamentului general de manevre-NTE 009/2010”in vigoare.

(2) Manevrele în instalaţiile electrice de joasa tensiune se executa respectand prevederile prezentei instructiuni şi a ITI elaborate și aprobate de unitate/ subunitatea de exploatare.

Art.155. La executarea manevrelor, personalului îi este interzis să atingă direct părţile conductoare aflate sau destinate a se afla sub tensiune.

Art.156. (1) Manevrele în instalaţiile electrice trebuie începute numai după:

- primirea aprobării sau dispunerii de executare;
- identificarea instalaţiei (echipamentului şi elementului) la care urmează să se execute manevra.

(2) Se exceptează cazurile de incidente (deranjamente) precum şi cazurile de pericole iminente de accidente umane sau de incendii, când manevrele se execută fără aprobare sau dispunere.

(3) Identificarea se realizează vizual, obligatoriu la faţa locului, pe baza următoarelor elemente, după caz:

a) inscripţii, numerotări, denumiri;

b) aparate sau instalaţii de detecţie;

c) aparate de măsură;

d) schema electrică a staţiei, postului, etc.;

e) alte elemente.

(4) Manevrele se consideră terminate numai după confirmarea executării lor către persoana care le-a aprobat sau le-a dispus.

(5) În cazul manevrelor coordonate, este interzis a se trece la executarea unei grupe distincte de operaţii sau a unei operaţii distincte, fără a avea dispoziţia treptei de comandă operativă care coordonează manevrele. Treapta de comandă operativă care coordonează manevrele va considera grupa distinctă de operaţii sau operaţia distinctă dispusă ca executată, numai după ce primeşte confirmarea.

Art.157. (1) Executarea manevrelor de către o singură persoană este permisă numai în situaţia în care aceasta are minimum grupa a IV-a de autorizare şi se poate desfăşura în următoarele condiţii:

a) instalaţia electrică este de joasă tensiune (cu excepţia celor subterane la care accesul se face prin trape);

b) instalaţiile de înaltă tensiune cu supraveghere sunt exploatate operativ de către o singură persoană sau grupe/formatii de personal operativ pentru mai multe instalatii.

c) la broşarea - debroşarea întrerupătoarelor;

d) la verificarea lipsei de tensiune pentru inchiderea cutitelor de legare la pamant;

e) la închiderea-deschiderea cuţitelor de legare la pământ;

f) la acţionarea de la distanţă a echipamentelor de comutaţie primară. g) la alte instalaţii de înaltă tensiune, stabilite şi aprobate de către conducerea unităţii /subunităţii de exploatare.

(2) În situaţiile în care operaţiile de broşare - debroşare sunt dificile pentru o singură persoană, se admite participarea la manevre şi a altei persoane, aceasta fiind şeful de lucrare al formaţiei sau un alt electrician cu minim grupa a II-a de autorizare.

Art.158. (1) Executarea manevrelor de către doi electricieni având minimum grupele a IV-a şi respectiv a II-a de autorizare, trebuie să se desfăşoare în condiţiile în care electricianul cu grupa de autorizare inferioară (executantul de manevră) trebuie să execute manevra, iar cel cu grupa superioară(responsabilul de manevra) trebuie să indice executantului fiecare operaţie pe care acesta trebuie să o efectueze, controlând corectitudinea înţelegerii şi executării fiecărei operaţii şi respectând succesiunea necesară a acestora (conform foii de manevra, când manevra trebuie să se execute astfel).

(2) Operaţiile de verificare a lipsei tensiunii, a închiderii CLP-urilor, trebuie efectuate de către electricianul având minimum grupa a II -a de autorizare.

(3) Ambii electricieni trebuie să cunoască perfect manevra ce urmează a fi executată şi răspund solidar de corectitudinea executării acesteia.

Art.159. Personalul care participă la manevre, trebuie să utilizeze mijloacele individuale de protecţie prevăzute la art.69. din prezenta instrucţiune.

Art.160. Manevrele de debroşare şi broşare a întreruptoarelor montate pe cărucior trebuie să se execute în următoarele condiţii:

a) utilizarea căştii de protecţie a capului, mănuşilor electroizolante şi a încălţămintei electroizolante de protecţie;

b) utilizarea pentru manevre numai a dispozitivului special prevăzut de fabricant în acest scop.

Art.161. (1) Manevrarea sub tensiune a siguranţelor de joasă tensiune este permisă numai în cazurile în care nu există pentru elementul protejat prin siguranţele respective un întreruptor (separator, contactor etc.) propriu

circuitului respectiv, care să permită întreruperea tensiunii numai la elementul în cauză, astfel încât manevrarea siguranţelor să se facă fără tensiune.
(2) Manevrarea siguranţelor de JT tip MPR trebuie efectuată de un electrician al formaţiei având minim grupa a II-a de autorizare utilizând casca de protecţie a capului cu viziera de protecţie a fetei, mâner pentru acţionarea siguranţelor cu manşon de protecţie a braţului si îmbrăcăminte rezistentă la efectul termic al arcului electric. În cazul in care manevrarea siguranţelor tip MPR se executa de către un singur electrician acesta trebuie să deţină grupa minimă de autorizare IV.
(3) Este interzisă manevrarea siguranţelor de înaltă tensiune sub tensiune.

3.5. Măsuri de securitate a muncii la executarea lucrărilor în cazul incidentelor (deranjamentelor) din instalaţiile electrice

Art.162. Lucrările pentru prevenirea şi remedierea urmărilor incidentelor (deranjamentelor) în instalaţiile electrice trebuie să se execute de către personalul operativ a instalaţiilor respective, în baza atribuţiilor de serviciu, de către personalul de exploatare sau delegat în baza AL, ITI-PM sau DV, dupăcaz, conform convenţiei de lucrări încheiate.
Art.163. (1) Lucrările ce se execută în cazul incidentelor (deranjamentelor) de către personalul operativ, trebuie să se regăsească în lista aprobată la nivelul structurii regionale, conform prevederilor art.129 din prezenta instrucţiune.
(2) Lucrările ce se execută de către personalul de exploatare sau delegat în baza ITI-PM sau DV trebuie să se regăsească în listele aprobate la nivelul structurii regionale,conform prevederilor art. 122 şi art. 132 din prezenta instrucţiune.
(3) In cazul în care ITI-PM este elaborat de către personalul delegat, ITI-PM-ul va fi vizat şi la nivelul structurii regionale în care personalul delegat urmează să execute lucrări.
(4) In cazul în care ITI-PM este elaborat de către unitatea în care personalul delegat urmează să execute lucrări, ITI-PM-ul va fi vizat şi de conducătorul unităţii personalului delegat.
Art.164. La executarea lucrărilor de prevenire şi remediere a urmărilor incidentelor (deranjamentelor), se vor respecta măsurile tehnice specifice acestora, conform prevederilor prezentei instrucţiuni.
Art.165. (1) Se interzice executarea lucrărilor la coronamentele liniilor electrice aeriene de joasă tensiune cu conductor neizolat (clasic),fără scoaterea liniei de sub tensiune.
(2) Se interzice executarea lucrărilor la coronamentele liniilor electrice aeriene de joasă tensiune cu conductor izolat prin urcarea directă pe stâlpi (pe alveole sau utilizand carlige de urcare), în cazul stâlpilor metalici, de beton sau de lemn asimilaţi acestora, fără scoaterea liniei de sub tensiune
(3) Lucrările la coronamentele liniilor electrice aeriene amplasate pe stâlpii menţionaţi la aliniatul precedent (2), fără scoaterea liniei se sub tensiune, trebuie să se execute din coşul autoutilajului, de pe autoscară sau de pe scară. În cazul folosirii scării se vor respecta prevederile art.171; art.172 și art.178 din prezenta instrucţiune.
(4) Lucrările la elementele amplasate deasupra conductoarelor liniilor electrice aeriene de joasă tensiune izolate aflate sub tensiune, trebuie executate din coşul autoutilajului sau de pe autoscară.

Art.166. În următoarele cazuri, lucrările trebuie executate cu scoaterea de sub tensiune a liniei:
a) elementele la care se lucrează sunt amplasate între fazele liniei de joasă tensiune;
b) nu se pot respecta distanţele de vecinătate minime admise faţă de liniile de înaltă tensiune, pe stâlpi comuni;
c) existenţa altor condiţii periculoase pentru personalul care execută lucrarea.
d) coronamentul LEA jt cu conductoare neizolate (clasice).
Art.167. Lucrul la coronamentul liniilor electrice aeriene pe stâlpi afectaţi vizibil (degradări, loviri, etc.), este permis numai din coşul autoutilajului, de pe autoscară sau de pe scară. În acest ultim caz aplicabil strict stalpilor de lemn sau din beton, stâlpul se va consolida prin dispozitive de sprijinire sau de ancorare.
Art.168. La executarea lucrărilor noaptea sau în condiţii de vizibilitate redusă, locul unde se lucrează trebuie iluminat corespunzător, iar pe drumurile publice trebuie folosite panouri de semnalizare rutiere, triunghiuri reflectorizante, precum şi/sau girofaruri pe autovehicule speciale.
Art.169. În instalaţiile exterioare, pe timp de ploaie torenţială, viscol, ceaţă, temperaturi scăzute, este permisă executarea lucrărilor necesare pentru remedierea urmărilor incidentelor (deranjamentelor) cu condiţia dotării corespunzătoare cu echipamente şi mijloace de protecţie şi a luării tuturor măsurilor de securitate specifice situaţiei. Aceste lucrări nu se vor executa pe durata descărcărilor atmosferice.
Art.170. (1) Racordarea grupurilor electrogene mobile la instalaţii de joasă tensiune trebuie să se realizeze numai după separarea instalaţiei ce urmează a fi alimentată de restul reţelei electrice.
(2) Remedierea defecţiunilor la grupul electrogen, trebuie să se execute numai după separarea vizibila faţă de instalaţia de joasă tensiune pe care o alimentează şi cu motorul primar oprit, având pornirea blocată prin cheie.

3.6. Măsuri de securitate a muncii la executarea lucrărilor la înălţime, specifice instalaţiilor electrice
Art.171. (1) Organizarea şi executarea lucrărilor la înălţime şi salvării de la înălţime trebuie să ţină seama de condiţiile concrete ale locului de muncă situat la înălţime.
(2) Organizarea lucrărilor trebuie să ţină seamă de specificul instalaţiei electrice la care se va lucra, de tehnologia ce urmează a se aplica şi de utilajele, respectiv dispozitivele specifice, ce urmează a fi folosite.
(3) Dreptul personalului muncitor, de a executa lucrări la înălţime, va fi atestat în urma controlului medical anual, de către medicul de medicina muncii.
Art. 172. (1) Pentru urcarea, coborârea şi pentru lucrul la înălţime trebuie să se utilizeze, după caz, utilajele, dispozitivele şi echipamente de protecţie, menţionate la art.216; art.219 şi art.220(1) din prezenta instrucţiune.
(2) Alegerea componentelor sistemului utilizat împotriva căderii de la înălţime este în responsabilitatea şefului de lucrare.
(3) În timpul urcării, executării lucrărilor şi coborârii de la înălţime executantul trebuie să se asigure permanent împotriva căderii ţinând seama de suportul pe care urcă (stâlp, scară, schelă, stelaj, transformator, etc.) şi caracteristicile acestuia, locul de munca muncă (consolă, riglă, izolator etc.) şi dotarea existentă.
(4) Împotriva căderii de la înalțime pe durata urcării și coborârii executantul trebuie:
a) să se echipeze cu o centură de siguranta complexă de al cărei element de prindere destinat opririi căderii (inel dorsal sau frontal) este cuplat un opritor de cădere cu alunecare;

b) să ancoreze de la sol, cu ajutorul unei prăjini speciale, suportul de ancorare flexibil la un punct rezistent mecanic situat la înălţime şi să cupleze opritorul de cădere cu alunecare la aceasta;
c) să urce prin metoda celor trei puncte (două mâini şi un picior sau două picioare şi o mână) folosind pentru acces buloanele sau zăbrelele stâlpilor metalici zăbreliţi, alveolele stâlpilor din beton precomprimat (în cazul în care aceştia se încadrează în prevederile
Art.173(2) din prezenta instrucţiune), scările clădite ori sprijinite, sau cârligele cu ghiare ori tampoane din cauciuc;
d) să se asigure împotriva căderii cu ajutorul unui mijloc de legătură pentru poziţionare (frânghie cu dispozitiv de reglare a lungimii sau cu lungime fixă) înainte de a întreprinde orice acţiune care ar conduce la utilizarea mâinilor în alt scop decât cel de urcare-coborâre (amplasarea unui opritor de cădere retractabil, mutarea cârligului aferent suportului de ancorare flexibil sau executarea unei lucrări).
Lungimea mijlocului de legătură pentru poziţionare cu sau fără dispozitiv de reglare trebuie astfel aleasă sau reglată încât înălţimea de cădere în gol să nu fie mai mare de 0,5 m.
e) să repete dacă este cazul, succesiv operaţiile prezentate la lit. b), c) şi d) de mai sus pânăajunge la nivelul (cota) la care urmează să lucreze sau să se deplaseze pe orizontală.
A doua persoană care urcă în scopul participării la lucrare trebuie să utilizeze un opritor propriu de cădere cu alunecare, pe care îl cuplează la acelaşi suport de ancorare flexibil.
Este interzisă utilizarea aceluiaşi suport de ancorare de către două sau mai multe persoane în acelaşi timp.
(5) La utilizarea pentru urcare-coborâre până la înălţimea necesară, a unei scări realizate prin clădire din tronsoane al cărei lonjeron reprezintă, din construcţie, şi suport de ancorare rigid dotat cu opritor de cădere cu alunecare, executantul trebuie să îşi prindă de acesta din urmă, înainte de începerea urcării, inelul lateral al centurii complexe.
(6) În cazul utilizării unei scări simple sau culisante (extensibile) sprijinite de la sol, executantul trebuie să asigure mai întâi scara împotriva răsturnării sau alunecării.Să urce /coboare pe aceasta numai dupa ce a ancorat suportul de ancorare flexibil conform prevederii de la alin.4 litera b de mai sus.Daca scara este prevazuta din constructie cu un sistem de fixare /ancorare al scarii avand si destinatia constructiva de suport flexibil pentru opritorul de cadere cu alunecare,atunci se utilizeaza acesta pentru cuplarea opritorului de cadere al propriei centuri complexe.
(7) Pentru deplasarea pe orizontală la înălţime şi efectuarea lucrărilor când există un punct de ancorare rezistent mecanic situat deasupra locului de muncă executantul trebuie:
a) să ancoreze de acest punct, cu ajutorul unei piese de legătură un opritor de cădere retractabil
b) să cupleze capătul cablului opritorului la inelul dorsal sau frontal al centurii complexe proprii.
c) astfel asigurat să se deplaseze pe orizontală (pe consolă, riglă, etc.) până la locul de munca (izolator, clema de prindere a conductorului etc.)
(8) Pentru deplasarea pe orizontală şi efectuarea lucrărilor când nu există un punct de ancorare rezistent mecanic situat deasupra locului de muncă executantul trebuie sa utilizeze, după caz, una din metodele:

a) asigurarea împotriva căderii de pe consola unui stâlp al LEA prin trecerea peste unul din tiranţii acesteia a unui mijloc de legătură (frânghie) cu lungime fixă sau reglabilă cuplat de cele doua inele laterale ale centurii de poziţionare (parte componentă a centurii complexe);

b) fixarea suportului de ancorare flexibil, cu ajutorul unei prăjini speciale la un punct rezistent mecanic, situat la vârful consolei, montarea unui opritor de cădere cu alunecare pe suportul de ancorare astfel încât acesta să se blocheze la tragerea, către baza consolei, a ochiului său de prindere; fixarea ochiului de prindere al opritorului la un punct de ancorare, rezistent mecanic, situat la baza consolei şi tensionarea suportului de ancorare flexibil prin tragerea de capătul liber al acestuia. Se trece peste acest suport de ancorare un mijloc de legătură cu lungime fixă sau reglabilă cuplat la cele două inele laterale ale centurii de poziţionare.

c) utilizarea a doua mijloace de legătură (frânghii) cu lungime fixă, sau reglabilă cuplate la unul din inelele laterale ale centurii de poziţionare pe care executantul le trece succesiv si alternativ peste (printre) zăbrelele consolei, riglei etc., pe măsurăce se efectuează deplasarea spre locul de muncă (utilizarea a doua frânghii fixe ca la trecerea peste obstacole).

Pentru toate cele trei variante prezentate mai sus trebuie să se utilizeze acele mijloace de legătură a căror lungime reglată sau aleasă asigură o cădere în gol mai mică de 0,5 m.

(9) Sistemul de asigurare împotriva căderii de la înălţime realizat pentru un anume loc de muncă prin una din metodele prezentate la alineatele (4), (5), (6), (7) şi (8) ale prezentului articol trebuie folosit de fiecare executant care accede la acelaşi loc de muncă respectând principiul enunţat la alineatul (2) al acestuia.

Art.173. (1) Urcarea directă pe stâlpi utilizând cârlige este o operaţie admisă, în ultimă instanţă şi numai după ce şeful de lucrare s-a convins că utilajele speciale sau scările nu pot fi utilizate şi că stâlpul prezintă toate garanţiile de stabilitate mecanică. În caz contrar, înainte de executarea lucrării, acesta trebuie sprijinit.

(2) Urcarea directă pe stâlpii din beton prevăzuţi cu alveole este admisă numai dacă aceştia au fost construiţi cu aşezarea alveolelor astfel încât distanţa pe înălţime între două alveole să permită păşirea comodă iar lăţimea oricărei alveole să nu fie mai mică decât talpa bocancului cu numărul cel mai mare.

Art.174. (1)Stâlpii sau adaosurile din lemn care prezintă un grad pronunţat de putrezire, stâlpii sau adaosurile din beton care prezintă fisuri longitudinale ori transversale pronunţate şi pete specifice corodării armăturilor, stâlpii metalici care prezintă coroziune a nervurii profilelor de oţel trebuie să fie marcaţi vizibil distinct de gestionarii acestora, în vederea prevenirii personalului asupra pericolului existent.

(2) Urcarea pe aceşti stâlpi trebuie realizată conform prevederilor art.167 din prezenta instrucţiune.

Art.175. Se interzice urcarea directă pe stâlpii din beton uzi sau acoperiţi cu polei. În cazul acestor stâlpi, urcarea, coborârea şi executarea lucrării trebuie să se facă utilizând scară sau utilaje speciale.

Art.176. În timpul lucrului la înălţime:

a) este interzisă executarea oricărei lucrări la fundaţia stâlpului;

b) executanţii trebuie să respecte pe durata urcării, executării lucrării şi coborârii, prevederile subcapitolului 3.6 din prezenta instrucţiune proprie.

c) membrii formaţiei de lucru, inclusiv deservenţii autoutilajelor şi persoanele în control vor fi echipaţi tot timpul cu cască de protecţie.

Art.177. (1) În punctul de lucru aflat la înălţime, trebuie ridicate numai materialele strict necesare.
Uneltele necesare executării diferitelor operaţii trebuie păstrate în buzunare speciale sau teci, prinse de centura de siguranţă.
(2) Uneltele, dispozitivele şi materialele vor fi urcate şi coborâte pe măsura necesităţilor cu funia de ajutor, interzicându-se aruncarea acestora de la sol la punctul de lucru sau invers.
(3) Executanţii nu trebuie să aşeze, nici temporar, unelte, dispozitive sau materiale nefixate pe elementele stâlpilor liniilor electrice aeriene in timpul lucrului.
Art.178. (1) La executarea lucrărilor de pe scară trebuie să se aibă în vedere asigurarea acesteia cu sistemele prevăzute de fabricant împotriva alunecării, deschiderii sau răsturnării.
(2) În timpul trecerii de pe scară pe consola stâlpului şi invers, inclusiv la lucrul de pe scară, executantul trebuie asigurat împotriva căderii.
(3) Este interzis să se execute întinderi de conductoare de pe scări sprijinite.
(4) Este interzisă supunerea scărilor la un efort care ar putea duce la ruperea sau răsturnarea lor, încălcându-se prevederile de solicitare din cartea tehnică a acestora.
(5) Persoana care execută lucrări de pe scara remorcabilă (scări pe roţi cu acţionare manuală) trebuie să fie asigurată împotriva căderii.
(6) Scările remorcabile cu persoane urcate pe ele nu trebuie deplasate.
Art.179. La utilizarea scărilor pentru lucru la înălţime:
a) trebuie respectate instrucţiunile de folosire ale producătorului;
b) scările trebuie verificate înainte de folosire, interzicându-se folosirea acelora care au elemente defecte sau lipsă. Se interzice utilizarea scărilor reparate de personal neautorizat de producător pentru aceasta.
c) este interzisă prelungirea scărilor prin legare improvizată;
d) scările duble trebuie asigurate împotriva deschiderilor accidentale şi nu trebuie folosite ca scări sprijinite.
e) scările duble nu trebuie să fie deplasate de executant din poziţia „stând pe scară” de la un loc de muncă la altul sau dintr-o poziţie în alta în cadrul aceluiaşi loc de muncă.

4. MIJLOACE DE PRODUCŢIE

Art.180. (1) Obligaţia asigurării si dotării cu mijloace de producţie corespunzătoare riscurilor activităţilor revine conducătorului unităţii.
(2) Pentru executarea lucrărilor sau manevrelor în instalaţiile electrice este obligatorie dotarea numai cu mijloace de producţie certificate conform prevederilor legale
(3) Mijloacele de producţie trebuie să fie utilizate conform instrucţiunilor producătorilor şi a prevederilor legale.
Art.181. Este interzisă utilizarea Echipamentelor de Muncă cât şi Mijloacele de Producţie, în situaţiile în care nu mai îndeplinesc condiţiile tehnice prevăzute în standardele sau cărţile tehnice ale acestora.
Art.182. Mijloacele de producţie, folosite la lucrări sau manevre în instalaţiile electrice trebuie să fie certificate conform cerinţelor legale şi supuse unor încercări, după caz, înaintea dării lor în folosinţă, dar şi periodic, după

reparaţie sau înlocuire a unor părţi componente şi ori de câte ori există îndoieli asupra stării tehnice, în conformitate cu prevederile standardelor de produs sau ale instrucţiunilor furnizorului.

Art.183. (1) Mijloacele de producţie trebuie verificate vizual înainte de fiecare folosire. Este interzisă utilizarea celor defecte sau al căror termen de încercare periodică este depăşit.

(2) Mijloacele de producţie necorespunzătoare, ca urmare a încercărilor, vor fi marcate distinct de către laboratoarele specializate care le-au încercat sau vor fi dezafectate de către gestionar, astfel încât să fie scoase din circuitul de utilizare.

Mijloace de protecţie electroizolante

Art.184. (1) Metodologia de încercare profilactică a mijloacelor de protecţie electroizolante trebuie prevăzută în instrucţiuni de utilizare şi întreţinere, elaborate de producători.

(2) În cazul în care instrucţiunile de utilizare nu prevăd profilaxia mijloacelor de protecţie, trebuie aplicate periodicităţile menţionate în tabelul de mai jos.

Nr. Crt.	Denumirea mijlocului de protecţie electroizolant care se supune încercării periodice	Periodicitatea
1	Prăjini electroizolante pentru utilizarea detectoarelor de înaltă tensiune (cu sau fără detector de tensiune ataşat)	o dată pe an
2	Cleşti electroizolanţi pentru înaltă tensiune	o dată pe an
3	Indicatoare mono sau bipolare de corespondenţă a fazelor la mt.	o dată pe an
4	Plăci electroizolante pentru înaltă tensiune	o dată pe an
5	Teci electroizolante pentru înaltă tensiune	o dată pe an
6	Mănuşi electroizolante	o dată la şase luni
7	Încălţăminte electroizolantă din cauciuc	o dată la şase luni
8	Covoare electroizolante portabile	o dată la trei ani
9	Platforme electroizolante	o dată la trei ani

Art.185. Prezentarea la încercări periodice sau ocazionale (după reparaţie sau înlocuirea unor părţi componente şi ori de câte ori există îndoieli asupra stării lor tehnice sau apar semne de deteriorare) a mijloacelor de protecţie electroizolante aflate în dotare individuală sau colectivă, trebuie să fie în grija persoanei care le are în inventar. Prezentarea la încercări a mijloacelor de protecţie electroizolante la darea lor în folosinţă (dacă este cazul) trebuie să fie în grija conducătorului direct al locului de muncă

Art.186. (1) Încercările mijloacelor de protecţie electroizolante la darea lor în folosinţă, periodic, dupăreparare sau înlocuire a unor părţi componente şi când există îndoieli asupra stării lor tehnice sau apar semne de deteriorare, trebuie confirmate prin buletine de încercări ce se păstrează la sediul formaţiei de lucru ce le are

în dotare. Fiecare mijloc de protecţie electroizolant încercat trebuie marcat, de către laboratorul de specialitate (prin aplicarea directă sau prin etichetă), cu următoarea notaţie: ADMIS sau
RESPINS. Pentru cele admise, suplimentar se mai consemnează:
Nr._____
Încercat la _____ kV.
Încercarea expiră la_____ .
(2) Mijloacele de protecţie electroizolante care nu au corespuns la încercări şi nu pot fi reparate trebuie scoase din uz. Acestea trebuie marcate distinct şi vizibil de către laboratorul de specialitate care le-a încercat notându-se suplimentar "SCOS DIN UZ". Mijloacele electroizolante scoase din uz vor fi, în mod suplimentar, marcate prin decuparea unor părţi a acestora.
Art.187. (1) Înainte de fiecare utilizare a unui mijloc de protecţie electroizolant, personalul care îl foloseşte este obligat să facă o verificare vizuală a acestuia privind:
a) tensiunea la care este permisă utilizarea şi compararea acesteia cu tensiunea nominală a instalaţiei la care urmează să fie utilizat;
b) starea tehnică generală (lipsa defectelor exterioare, starea de curăţenie, lipsa de umiditate etc.);
c) nedepăşirea termenului de încercare periodică.
(2) După utilizare, mijloacele de protecţie electroizolante trebuie curăţate şi păstrate corespunzător.
(3) Ambalarea, transportul, păstrarea şi utilizarea mijloacelor de protecţie electroizolante trebuie făcute în conformitate cu instrucţiunile specifice de utilizare, întocmite de producător.
(4) În timpul folosirii de la sol a prăjinilor electroizolante de înaltă tensiune, a cleştilor electroizolanţi de înaltă tensiune, a detectoarelor de verificare a lipsei tensiunii şi a indicatoarelor de corespondenţă a fazelor, precum şi la montarea şi demontarea plăcilor şi a tecilor electroizolante de înaltă tensiune, personalul executant trebuie să utilizeze cască de protecţie a capului, vizieră de protecţie a feţei, mănuşi şi încălţăminte electroizolantă / covoraşe electroizolante. Detectoarele de joasă tensiune bipolare trebuie utilizate împreună cu mănuşi electroizolante, cu excepţia situaţiei când se utilizează ca indicator monopolar de fază. De asemenea,la montarea şi demontarea plăcilor electroizolante de joasătensiune, a tecilor electroizolante de joasă tensiune, a foliilor electroizolante de joasă tensiune şi a degetarelor electroizolante de joasă tensiune, personalul executant trebuie să fie echipat cu mănuşi electroizolante.
Art.188. Prăjinile electroizolante trebuie folosite în scopul pentru care au fost realizate de producători, înscris în instrucţiunile acestora. Printre aceste operaţii se menţionează:
a) manevrarea directă a separatoarelor, care nu au alte posibilităţi de acţionare;
b) montarea şi demontarea scurtcircuitoarelor;
c) îndepărtarea unor obiecte de pe părţile aflate sub tensiune sau în apropierea lor;
d) descărcarea de sarcini capacitive;
e) montarea şi demontarea plăcilor sau tecilor electroizolante în instalaţii de înaltă tensiune;
f) verificarea lipsei tensiunii cu detectorul, şi a corespondenţei de fază cu indicatorul monopolar;
g) ridicarea clapetelor de semnalizare montate pe cabluri;

h) desprinderea electrocutatului de instalaţia sub tensiune cu care este în contact şi scoaterea (tragerea) acestuia în afara distanţei de vecinătate pentru acordarea primului ajutor;

i) alte asemenea operaţii.

Art.189. Cleştii electroizolanţi trebuie utilizaţi pentru montarea şi demontarea plăcilor electroizolante, a tecilor electroizolante sau pentru alte operaţii similare, în instalaţii de înaltă tensiune până la cel mult 27 kV;

Art.190. (1) Detectoarele de înaltă tensiune trebuie să se folosească pentru verificarea prezenţei sau lipsei tensiunii în instalaţiile electrice şi trebuie să aibă sistem propriu de testare a stării de funcţionare.

(2) Detectoarele de înaltă şi joasă tensiune trebuie să semnalizeze optic şi acustic prezenţa tensiunii

Art.191. (1) Indicatoarele de corespondenţă a fazelor se folosesc numai pentru determinarea uneia dintre condiţiile de punere în paralel a două instalaţii, având tensiunea nominală de cel mult 20 kV.

(2) La manevrarea indicatoarelor de corespondenţă a fazelor trebuie să se respecte distanţele de vecinătate prevăzute în prezenta instrucțiune. Manevrarea lor se face cu ajutorul prăjinilor electroizolante adecvate nivelului de tensiune la care se utilizează.

(3) Indicatoarele mono si bipolare de corespondenţă a fazelor trebuie să semnalizeze optic şi acustic prezenţa tensiunii şi corespondenţa sau necorespondenţa de fază.

Art.192. (1) Plăcile electroizolante trebuie să se folosească pentru a împiedica închiderea unui separator, conectarea unui întrerupător de joasă tensiune prin care s-a creat o separare vizibilă conform art.49 din prezenta instrucţiune. De asemenea, plăcile electroizolante se folosesc pentru a împiedeca tensiunile produse de o instalaţie de încercare să determine o amorsare a arcului electric dinspre instalaţia încercată către restul instalaţiilor.

(2) Plăcile electroizolante de înaltă tensiune se pot monta şi demonta fără folosirea prăjinilor electroizolante sau a cleştilor electroizolanţi, dacă sunt executate constructiv în acest sens.

Art.193. Tecile electroizolante trebuie să se folosească la izolarea unei părţi a instalaţiei rămase sub tensiune la care urmează a se lucra.

Art.194. Pălăriile electroizolante trebuie să se folosească la izolarea legăturilor electrice de lângă izolatoarele liniilor electrice de joasă tensiune şi la izolarea elementelor cutiilor de distribuţie subterane în timpul executării lucrărilor la părţi învecinate, scoase de sub tensiune.

Art.195. Foliile electroizolante trebuie să se folosească în instalaţii pentru izolarea părţilor aflate sub tensiune, corespunzător nivelului de tensiune. Foliile electroizolante pot fi folosite în locul tecilor electroizolante sau a pălăriilor electroizolante.

Art.196. Degetarele electroizolante trebuie să se folosească în instalaţiile de joasă tensiune, prin aplicarea directă pe capetele conductoarelor dezlegate de la aparate, în timpul executării lucrărilor la aparatele respective. Lungimea degetarelor electroizolante trebuie astfel aleasă, încât acestea să acopere partea neizolată a conductoarelor, cât şi o parte izolată a acestora. Montarea şi demontarea degetarelor electroizolante la circuitele secundare se pot face cu mâna liberă, cu condiţia ca personalul executant să stea cu picioarele pe covor electroizolant sau să poarte încălţăminte electroizolantă.

Art.197. Uneltele electroizolante sau electroizolate, pentru lucru sub tensiune, trebuie să se folosească la executarea lucrărilor sub tensiune.

Art.198. (1) Mănuşile electroizolante trebuie să se folosească întotdeauna asociate cu unul sau mai multe mijloace de protecţie electroizolante, conform prevederilor art.42 din prezenta instrucțiune.

(2) Mănuşile electroizolante trebuie să permită, în timpul folosirii, îmbrăcarea pe sub ele a mănuşilor de bumbac. De asemenea, trebuie să fie suficient de largi, astfel încât să permită tragerea lor peste mâneca hainei.

(3) Mănuşile electroizolante pot fi alese astfel:

- cl 00 – pentru utilizarea la manevre şi lucrări sub tensiune în contact în instalaţii cu U_n< 500 V
-cl 0 - pentru utilizarea la manevre şi lucrări sub tensiune în contact în instalaţii cu U_n < 1000 V
- cl 1-4 - pentru utilizarea la manevre in instalaţii cu U_n > 1 kV conform anexei 1.

Art.199. Încălţămintea electroizolantă trebuie să se folosească întotdeauna împreună cu unul sau mai multe mijloace de protecţie electroizolante corespunzător principiului prezentat la art.42, cu excepţia cazului în care aceasta se foloseşte ca mijloc de protecţie împotriva tensiunii de pas.

Art.200. (1) În faţa şi în spatele celulelor de înaltă tensiune de interior, a panourilor de comandă, protecţie, măsură şi semnalizare, panourilor de servicii interne şi tablourilor de joasă tensiune în staţii de transformare şi centrale electrice, trebuie să se aşeze covoare electroizolante fixe. Covoarele electroizolante portabile trebuie să aibă dimensiuni minime de 600 x 600 mm, iar cele fixe, lăţimea minimă de 600 mm.

(2) Covoarele electroizolante se folosesc întotdeauna asociate cu unul sau mai multe mijloace de protecţie electroizolante, prevăzute în prezenta instrucţiune, pe principiul precizat la art.42.

Art.201. (1) Platformele electroizolante se folosesc atât în instalaţii interioare, cât şi în cele exterioare, asociate cu unul sau mai multe mijloace de protecţie electroizolante.

(2) La folosirea platformelor electroizolante în exterior trebuie să se amenajeze în prealabil locul de amplasare pentru asigurarea stabilităţii platformei şi evitarea şuntării izolaţiei. Platformele electroizolante trebuie aşezate la o distanţă de cel puţin 250 mm faţă de îngrădirile de protecţie ale instalaţiilor sau faţă de orice parte a acestor instalaţii legate la pământ.

(3) Înălţimea platformelor electroizolante, măsurată de la sol până la suprafaţa superioară, trebuie să fie de cel puţin 100 mm.

(4) Platformele electroizolante trebuie să fie rezistente şi stabile şi să nu aibă părţi metalice de fixare. Dimensiunile minime ale platformelor electroizolante trebuie să fie de 500 x 500 mm.

<u>Dispozitive pentru legarea la pământ şi în scurtcircuit a instalaţiilor electrice</u>

Art.202. Scurtcircuitoarele trebuie să corespundă prevederilor standardului în vigoare, şi pot fi utilizate şi pentru descărcarea de sarcini capacitive sau inductive din instalaţiile electrice.

(1) Secţiunea minimă a conductoarelor şi a clemelor scurtcircuitoarelor trebuie să fie determinată pentru fiecare loc de montaj, în funcţie de mărimea curentului de scurtcircuit trifazat stabilizat la locul de montare şi de timpul corespunzător protecţiei de bază sau al protecţiei de rezervă a elementului pe care se montează scurtcircuitorul, timp ales de către unitatea care exploatează instalaţiile respective.

(2) În cazul liniilor electrice aeriene cu surse de la mai multe capete, curentul de scurtcircuit luat în calculul secţiunii minime trebuie să fie cel al sursei cu aportul cel mai mare la locul de montare a scurtcircuitorului.
(3) Secţiunea minimă a conductoarelor şi a clemelor scurtcircuitoarelor trebuie recalculata si verificata periodic şi de fiecare dată la creşterea curenţilor de scurtcircuit. Secţiunea minimă a scurtcircuitoarelor poate fi realizată şi prin montarea în paralel a 2-3 scurtcircuitoare ale căror cleme se montează una lângă alta a căror secţiune totală trebuie să fie cu cel puţin 25% mai mare decât cea rezultată din calcul.
(4) Scurtcircuitoarele trebuie să aibă marcată secţiunea conductoarelor şi mărimea curentului de scurtcircuit pentru o secunda, din fabricaţie.
(5) Pentru utilizare scurtcircuitoarele vor fi marcate pentru identificare.
Art.203. Scurtcircuitoarele trebuie verificate amănunţit, vizual, înaintea fiecărei plecări pe teren la lucrări unde vor fi folosite şi înaintea montării lor în instalaţii. Se interzice montarea în instalaţii a scurtcircuitoarelor necorespunzătoare (conductoare deteriorate, cleme deteriorate, cleme lipsă, îmbinări necorespunzătoare etc.).
Art.204 Dispozitivele pentru descărcarea de sarcină capacitivă a bateriilor de condensatoare şi a elementelor acestora trebuie utilizate conform instrucţiunilor specifice ale producătorului.
Art.205. Dispozitivele mobile pentru descărcare de sarcină capacitivă a cablurilor după încercări trebuie să se utilizeze conform prevederilor din instrucţiunile producătorilor.
Art.206. (1) Atenuatoarele de inducţie trebuie să se utilizeze în instalaţiile electrice unde tensiunea indusă depăşeşte 50V.
(2) Secţiunea minimă a conductorului din cupru multifilar al atenuatoarelor de inducţie trebuie să fie de 16 mm^2.
(3) Aplicarea clemelor de fază aferente atenuatoarelor trebuie să se facă utilizând prăjina electroizolantă.
Art.207. Mijloacele de protecţie împotriva efectelor câmpului electric, respectiv costumele de protecţie electroconductoare şi încălţămintea cu talpa electroconductoare trebuie să se folosească la executarea lucrărilor sub tensiune la potenţial pe liniile electrice aeriene de înaltă tensiune, conform instrucţiunilor tehnologice specifice. Acelaşi echipament de protecţie trebuie să se folosească şi la executarea lucrărilor de întreţinere - reparaţii din staţiile de transformare unde intensitatea câmpului electric la sol depăşeşte 10 kV/m.

Mijloace de protecţie pentru delimitarea materială a zonei de lucru

Art.208. (1) Barierele rigide trebuie să se fixeze pe suporturi speciale, rezistente mecanic, fiind folosite în punctele în care este necesară împiedicarea pătrunderii în zona de lucru a persoanelor neavizate sau a vehiculelor.
(2) Barierele extensibile trebuie să se fixeze pe jaloane (plantate ori aşezate în acest scop) sau pe îngrădiri permanente ale aparatajului în zonă.
Art.209. (1) Frânghiile pentru împrejmuire trebuie să aibă diametrul de cel puţin 12 mm. Ele trebuie să se monteze la aproximativ 1 m de la sol sau de la pardoseală, prin fixare cu cârlige de jaloane (plantate ori aşezate în acest scop) sau prin legare de suporturile aparatelor care nu sunt sub tensiune.
(2) Benzile pentru împrejmuire trebuie să fie viu colorate şi cu lăţimea de minim 50 mm.

Montarea lor se face în mod similar cu cea a frânghiilor.

(3) Pe frânghiile şi benzile pentru împrejmuire trebuie aşezate, la distanţe de cel mult 10 m, panouri de semnalizare.

Art.210. (1) Panourile şi paravanele mobile trebuie să se folosească în locurile în care personalul executant ar putea ajunge accidental, direct sau prin intermediul unui obiect, la părţile aflate sub tensiune, situate la distanţe mai mici decât cele de vecinătate prevăzute în prezenta norme specifice precum şi în zonele cu circulaţie intensă.

(2) Panourile şi paravanele mobile trebuie să aibă dimensiuni şi sisteme de fixare şi rigidizare adaptate locului de montare.

Art.211. Panourile de semnalizare, cu inscripţii şi dimensiuni conform reglementarilor în vigoare, trebuie amplasate pentru a avertiza şi semnaliza vizual personalul asupra unor lucrări, şi anume:

a) pe îngrădirile care delimitează material zona de lucru, trebuie montate panouri desemnalizare având spre interior inscripţia "LIMITĂ DE ZONĂ DE LUCRU. INTERZISĂ DEPĂŞIREA ";

b) pe îngrădirile care delimitează material zona de lucru trebuie montate panouri de semnalizare având spre exterior, după caz, inscripţia: "STAI! ÎNALTĂ TENSIUNE. PERICOL DE ELECTROCUTARE” sau "STAI! ÎNALTĂ TENSIUNE. ÎNCERCĂRI CU TENSIUNE MĂRITĂ . PERICOL DE ELECTROCUTARE”;

c) pe dispozitivele aflate în zona de lucru a căror deschidere sau închidere poate provoca accidente, trebuie montate panouri de semnalizare având inscripţia "NU DESCHIDE SE LUCREAZĂ” sau "NU INCHIDE SE LUCREAZĂ”;

d) pentru aducerea la cunoştinţă membrilor formaţiei de lucru că au fost luate unele măsuri înaintea începerii lucrului, de localizare a unui loc de muncă sau loc de acces, se vor monta, după caz, panouri de semnalizare având inscripţia: "LEGAT LA PĂMÂNT” sau " LUCRAŢI AICI”, " URCAŢI PE AICI”.

Mijloace de protecţie împotriva efectelor acţiunii arcului electric şi a traumatismelor mecanice

Art.212. Viziera de protecție a feței, atașata sau incorporta caștii de protectie, trebuie utilizată în timpul manevrelor din instalaţiile electrice aflate sub tensiune şi al lucrărilor executate direct asupra părţilor aflate sub tensiune. Viziera trebuie sa asigure protecţia feţei şi a gâtului.

Art.213. (1) Casca de protecţie trebuie utilizată împotriva traumatismelor craniene, ea trebuind să fie purtată obligatoriu pe durata lucrărilor, de către fiecare membru al formaţiilor de lucru, deservenţii autoutilajelor, conducătorii acestora, precum şi de personalul care efectuează manevre sau controale, cu excepţia activităţilor din incinte interioare fără instalaţii electrice de înaltă tensiune (camere de comandă, cabine de relee, încăperi cu panouri şi tablouri de circuite secundare etc.). Casca de protecţie trebuie să asigure și protecţia împotriva atingerii directe cât şi a efectului termic al arcului electric.

(2) În timpul lucrului, casca de protecţie trebuie fixată pe cap prin legarea curelei (şnurului) sub bărbie şi să aibă reglat în mod corespunzător dispozitivul de amortizare.

(3) La locurile de muncă cu temperaturi scăzute şi în anotimpul rece, casca se poate purta peste un capişon. În acest caz, se va verifica reglajul căştii, astfel încât să asigure amortizarea necesarăşi stabilitatea corespunzătoare.

Art.214. Îmbrăcămintea din ţesătură termorezistentă se foloseşte cu prioritate de către electricieni în timpul executării manevrărilor în instalaţii electrice aflate sub tensiune şi de către personalul care execută operaţiile de mutare a cablurilor de înaltă tensiune, aflate sub tensiune.

Art.215. Mânerul pentru montarea - demontarea siguranţelor tip MPR , prevăzut cu manşon de protecţie a braţului, trebuie utilizat conform prevederilor producătorului, dar întotdeauna împreună cu casca și viziera de protecţie a feţei.

Dispozitive şi echipamente individuale de protecţie pentru urcare /coborâre şi pentru lucru la înălţime

Art.216. Pentru urcare /coborâre şi pentru lucru la înălţime, trebuie să se utilizeze, după caz, următoarele dispozitive si/sau echipamente individuale de protecţie:

a) scări de diferite tipuri şi scări realizate prin clădire din tronsoane;

b) suporturi de ancorare flexibile sau rigide;

c) dispozitive de urcat /coborât pe stâlpi (cârlige cu gheare sau cu tampoane din cauciuc);

d) echipament individual de protecţie împotriva căderilor de la înălţime compus din: centura complexă cu centură de poziţionare, mijloc de legătură cu dispozitiv de reglare al lungimii, frânghia de poziţionare şi opritor de cădere cu sau fără absorbitor de energie)

e) dispozitive pentru schimbarea lanţurilor de izolatoare;

f) cărucioare păşitoare pentru reglarea distanţierelor la liniile electrice aeriene;

g) schele, platforme de lucru şi alte construcţii prevăzute în instrucţiuni.

h) echipamente de salvare în cazul accidentării la înălţime.

Personalul care utilizează echipamentul individual de protecţie pentru lucrul la înălţime trebuie săfie instruit, teoretic şi practic, asupra cunoaşterii echipamentului şi utilizării acestuia.

Art.217. (1) Scările folosite pentru urcare /coborâre şi pentru lucru la înălţime pe stâlpii reţelelor electrice, pot fi:

a) simple, compuse (duble, culisante, extensibile) şi formate din tronsoane ce se sprijină de stâlp sau se clădesc în poziţie verticală, în funcţie de tipul constructiv al stâlpului, de natura lucrării şi în conformitate cu instrucţiunile de utilizare date de producătorul acestora.

Scările trebuie să fie amplasate de aşa manieră încât să se asigure stabilitatea lor în timpul utilizarii. Alunecarea picioarelor scărilor portabile trebuie să fie împiedicată în timpul utilizării fie prin fixarea părţii superioare sau inferioare a lonjeroanelor, fie prin dispozitive antiderapante sau prin orice alte soluţii cu eficacitate echivalentă. Scările compuse din mai multe elemente asamblate cum ar fi scările articulate sau scările culisante, trebuie să fie utilizate de aşa manieră încât imobilizarea diferitelor elemente unele în raport de alteel să fie asigurată. Scările mobile trebuie să fie imobilizate înainte de urcarea pe acestea.

b) remorcabile (mecanice pe pneuri, cu acţionare manuală).

(2) Toate scările trebuie să fie calculate, dimensionate şi utilizate pentru o încărcare verticalăstatică de minim 150 kg.

Art.218. (1) Decizia privind utilizarea cârligelor în locul utilajelor speciale sau a scărilor (sprijinite sau clădite pe stâlpi), aparţine şefului de lucrare.

(2) La utilizarea cârligelor, pentru urcarea (coborârea) pe stâlpi de lemn sau de beton, trebuie să se respecte următoarele:

a) deschiderea cârligelor trebuie să fie corespunzătoare tipului şi dimensiunilor stâlpilor de lemn sau de beton pe care se folosesc, fiind interzisă modificarea acestei deschideri prin deformare la rece;

b) colţii de prindere trebuie să fie ascuţiţi, pentru pătrunderea corespunzătoare în lemnul stâlpilor;

c) tampoanele trebuie să fie în bună stare pentru asigurarea aderenţei corespunzătoare pe stâlpii din beton centrifugat sau precomprimat;

d) curelele de prindere nu trebuie să fie degradate sau înnădite;

e) la folosirea cârligelor, personalul respectiv trebuie să fie echipat cu bocanci.

Art.219. (1) Centura complexa (centura de poziţionare cu bretele de umăr şi de coapse) trebuie utilizată ori de câte ori se lucrează la o înălţime mai mare de 2 m măsurată de la tălpile picioarelor lucrătorului până la baza de referinţă naturala (solul) sau orice alta bază de referinţă artificială, baza faţăde care exista pericolul căderii in gol.

(2) Centurile complexe trebuie să se folosească în funcţie de condiţiile specifice ale locului de muncă, asociate după caz cu:

- un mijloc de legătură (frânghie de poziţionare) cu sau fără dispozitiv de reglare a lungimii;
- un opritor de cădere cu alunecare pe suport de ancorare flexibil sau rigid;
- un opritor de cădere retractabil;
- piese de legătura (carabiniere, cârlige);
- absorbitor de energie;

(3) Asocierea componentelor de mai sus trebuie realizată conform instrucţiunilor de utilizare specifice şi revine şefului de lucrare, inclusiv executantului (lor). Aceştia trebuie să aibă în vedere realizarea sistemului împotriva căderilor de la înălţime (sistem de oprire a căderii şi /sau sistem de poziţionare) pentru toată durata lucrării, adică urcarea, executarea lucrării şi coborârea.

(4) Echipamentul individual de protecţie împotriva căderilor de la înălţime trebuie verificat întotdeauna înainte de utilizare, conform instrucţiunilor producătorului şi cel puţin odată pe an sau ori de câte ori există suspiciunea lipsei de integritate a echipamentului, de către o unitate service specializată în acest sens.

(5) Se interzice modificarea oricărui component al echipamentului individual de protecţie împotriva căderii de la înălţime (ajustarea centurilor prin alte elemente decât cele proprii acestora sau scurtarea frânghiilor prin înnodare.

(6) Componentele echipamentului individual de protecţie împotriva căderilor de la înălţime care prezintă defecţiuni sau deteriorări trebuie marcate şi retrase din uz.

Art.220. (1)Platforma de lucru la înălţime este concepută pentru a fi amplasată sau sprijinita pe stâlpi, utilizând un sistem propriu de fixare, şi de pe care poate lucra o singură persoană.
(2) Executantul urcă pe stâlp pentru montarea platformei asigurându-se în tot acest timp
Montarea platformei o realizează executantul asigurându-se împotriva căderii funcţie de tipul stâlpului.
(3) Platformele cu suport de poziţionare la sol utilizate pentru executarea lucrărilor la înălţimea acestora în instalaţii electrice exterioare (staţii etc.) trebuie prevăzute cu balustradă de protecţie pentru executant (executanţi) şi sistem de asigurare a executanţilor pe durata urcării şi coborârii pe platformă.

Unelte, dispozitive şi utilaje pentru lucru sub tensiune

Art.221. (1) Pentru executarea lucrărilor direct asupra părţilor aflate sub tensiune, trebuie folosită următoarea dotare, după caz:
a) Unelte electroizolate de uz curent realizate dintr-un material conductor. Acestea trebuie să aibă părţile metalice (conductoare) acoperite integral sau parţial cu materiale izolante nedetaşabile, dispuse în dublu strat, de culori diferite bine distinse, pentru a putea avertiza defectarea stratului superior în caz de avariere sau uzură
b) unelte electroizolante de uz curent şi dispozitive electroizolante realizate integral din materiale electroizolante, care au fost concepute sau adaptate în mod special pentru executarea lucrărilor direct asupra părţilor aflate sub tensiune;
c) dispozitive pentru executarea lucrărilor sub tensiune, la potenţial, în instalaţiile electrice de înaltă tensiune;
d) scări electroizolante pentru executarea lucrărilor sub tensiune la potenţial în instalaţiile electrice de înaltă tensiune;
e) utilaje şi dispozitive speciale care sunt executate si certificate pentru lucru sub tensiune în instalaţiile electrice.
(2) Uneltele, dispozitivele, scările şi utilajele enumerate la alin. (1) trebuie să corespundă cerinţelor minime de securitate şi sănătate în muncă
Art.222. Dispozitivele electroizolante şi scările electroizolante pentru executarea lucrărilor sub tensiune la potenţial în instalaţiile electrice de înaltă tensiune trebuie verificate periodic conform instrucţiunilor elaborate de producători sau, în lipsa acestora, o data pe an.
Uneltele electroizolante şi electroizolate de joasă tensiune, dispozitivele electroizolante de joasa tensiune şi utilajele speciale trebuie încercate la fabricare şi periodic, conform instrucţiunilor producătorilor.
Art.223. Uneltele electroizolante şi electroizolate, dispozitivele electroizolante de joasă tensiune şi utilajele speciale trebuie folosite numai asociate cu alte mijloace de protecţie electroizolante, în conformitate cu prevederile art.42.
Art.224. Uneltele electroizolante şi electroizolate trebuie folosite numai prin apucare de mânerele de prindere (fără a depăşi opritorul acestora).
Art.245. Instalaţiile de telefonie, telesemnalizare, telecomandă şi alte asemenea în staţiile de transformare trebuie să îndeplinească din proiectare următoarele condiţii:

a) părţile metalice ale instalaţiilor şi echipamentelor, care în mod accidental pot fi puse sub tensiune, trebuie legate la pământ;
b) în faţa şi spatele echipamentelor de interior, ale căror părţi metalice ar putea fi puse accidental sub tensiune, trebuie prevăzute covoare electroizolante fixe;
c) echipamentele trebuie montate astfel încât sa permită accesul personalului la acestea, în caz de nevoie;
d) în cazul în care elementele de cuplaj ale echipamentelor de înaltă frecvenţă sunt montate în exterior, acestea vor fi prevăzute cu împrejmuiri de protecţie, din plasă de sârmă.
Art.246. Suportul metalic al antenelor staţiilor de radio emisie-recepţie trebuie legat la o priză de pământ.
Art.247. Cablurile de coborâre şi de legare la pământ ale antenelor vor trebui să respecte limitele admise (distanţa de vecinătate) ale prezentei instrucţiuni faţă de instalaţiile electrice din exploatare.
Art.248. Uşile metalice ale dulapurilor, tablourilor, ale firidelor de branşament (principale şi secundare) şi alte asemenea trebuie să fie racordate la bara de legare la pământ prin intermediul unui conductor flexibil de cupru, cu secţiunea de 16 mm2, cu papuci la ambele capete.
Pe feţele exterioare ale uşilor firidelor de branşament se vor aplica panouri de semnalizare specifice, conform reglementarilor in vigoare.
Art.249. Mantaua metalică şi ecranele de protecţie ale cablurilor se vor lega la priza de pământ la ambele capete.
Art.250. Conductorul de protecţie al coloanelor electrice individuale, altul decât conductorul de nul de lucru, trebuie să fie legat în firidele de branşament la bara de legare la pământ.

5.1.2. La montaj

Art.251. (1) Lucrările de montare a echipamentelor tehnice şi de realizare a instalaţiilor electrice trebuie să respecte prevederile HG nr. 300/2006 şi să se desfăşoare în conformitate cu documentaţiile tehnice de execuţie avizate , orice modificare urmând a se face numai cu acordul scris al proiectantului.
(2) La montarea echipamentelor electrice se va verifica cu stricteţe îndeplinirea cerinţelor minime de securitate şi sănătate în muncă şi, după caz, se vor respecta prevederile art. 233 şi art. 253 din prezenta instrucţiune.
(3) Verificările şi încercările echipamentelor şi instalaţiilor nou montate, efectuate înaintea predării în exploatare trebuie astfel concepute, organizate şi desfăşurate, cu respectarea prevederilor din „Planul de securitate şi sănătate", încât să se prevină accidentele prin electrocutare, incendiile şi exploziile, în toate situaţiile concrete de intervenţie la echipamentele şi instalaţiile realizate.
Art.252. La executarea lucrărilor de montaj în instalaţiile electrice din exploatare, coordonatorul de lucrare sau şeful de lucrare trebuie să respecte prevederile Art. 48 din prezenta instrucţiune. Condiţiile concrete specifice locului de muncă trebuie stabilite prin programul de lucrări anexă la convenţie.

5.1.3. În exploatare

Art.253. Pentru menţinerea nivelului de securitate al echipamentelor tehnice electrice şi al instalaţiilor preluate în exploatare trebuie ca:

a) pentru împiedicarea pătrunderii accidentale a personalului dincolo de îngrădirile instalaţiilor sau echipamentelor tehnice interioare de 6 – 110 kV, din staţii de transformare şi puncte de alimentare, deschiderea acestora, înainte de separarea electrică echipamentului respectiv, trebuie să fie blocata de un sistem mecanic, electric sau electromagnetic şi suplimentar poate fi făcută şi avertizarea prezenţei tensiunii printrun sistem de alarmă optică şi/sau acustică la deschiderea îngrădirii. Se exceptează de la această prevedere îngrădirile celulelor prefabricate echipate cu cărucioare debroşabile;

b) condiţionarea acţionării separatoarelor de bare, cuple sau linii, faţă de poziţia relativădintre ele şi faţă de poziţia întrerupătoarelor să fie funcţională.

c) protecţiile realizate conform proiectului să fie funcţionale şi verificate profilactic la intervale de timp stabilite prin instrucţiuni proprii, astfel încât consecinţele să nu conducă la electrocutări, incendii sau explozii;

d) să se stabilească instalaţiile electrice care vor fi deconectate automat la prima punere la pământ a unei faze, în cazul reţelelor cu neutrul izolat sau legat la pământ şi timpul maxim admis pentru funcţionarea instalaţiei cu un defect pe una din faze, în vederea depistării şi eliminării defectului;

Art.254. Instalaţiile electrice temporare (cu o durată de funcţionare limitată) sau cele în fază de experimentare trebuie să îndeplinească aceleaşi condiţii, din punctul de vedere al protecţiei împotriva accidentării, ca şi instalaţiile definitive.

Art.255. Este interzisa punerea in funcţiune a intalațiilor sau a echipamentelor electrice,care nu îndeplinesc in totalitate cerinţele de securitate, indiferent dacă acestea sunt noi sau au fost retrase din exploatare pentru reparaţii.

Art.256. (1) Conducătorul unităţii trebuie să organizeze astfel activitatea încât în timpul exploatării sau după întreţinerea şi repararea instalaţiilor şi echipamentelor tehnice electrice, să fie asigurată starea de securitate a acestora.

(2) În sensul celor prevăzute la aliniatul (1) de mai sus, în exploatare se vor respecta şi prevederile art. 231---art. 250 din prezenta instrucţiune.

5.2. Măsuri de securitate în muncă la executarea lucrărilor în staţii electrice

Art.257. (1) Lucrările la întrerupătoarele debroşabile montate pe cărucior trebuie să se execute numai cu căruciorul scos din celulă (cu excepţia lucrărilor la dispozitivele de acţionare, când existăseparatoare, prin care s-a realizat separarea vizibilă).

(2) După scoaterea căruciorului din celulă, uşile acesteia trebuie închise, iar pe sistemul de închidere trebuie montat un panou de semnalizare adecvat.

(3) În cazul în care celula nu este prevăzută cu uşi, căruciorul realizând el însuşi închiderea celulei când întrerupătorul este broşat, după scoaterea căruciorului, trebuie montată pe partea frontală a celulei un paravan mobil ,bariera mobila, sau bandă roşie, pe care se va fixa panoul de semnalizare adecvat.

(4) În cazul în care scoaterea căruciorului din celulă constituie o separare vizibilă şi pentru lucrări la alte elemente decât întreruptorul celulei respective, pe uşile celulei, paravanul mobil, bariera mobila sau banda roşie, după caz, se va monta panoul de semnalizare adecvat.

Art.258. (1) Pentru executarea lucrărilor la cablurile de ieşire din celulele camerelor de conexiuni sau la alte aparate montate în partea fixă a celulelor cu întrerupătoare debroşabile, separarea vizibilă trebuie realizată prin scoaterea completă a căruciorului din celulă. În cazurile în care scoaterea din celulă a căruciorului nu este impusă de natura lucrării, separarea vizibilă trebuie realizată prin separatorul de bare, dacă celula este prevăzută cu acest separator. În caz contrar, separarea vizibilă trebuie realizatăprin scoaterea completă a căruciorului din celulă.

(2) Şeful de lucrare trebuie să verifice vizual, la lucrările executate în compartimentul celulei cu cărucior debroşabil din care s-a scos căruciorul, că s-au închis complet clapetele din tablă care acoperă orificiile de trecere a contactelor mobile ale întrerupătorului către contactele fixe.

(3) Pe partea frontală a celulei trebuie să se monteze un panou de semnalizare adecvat, uşile celulei (în cazul în care acestea există) rămânând deschise.

(4) Se interzic accesul şi executarea lucrărilor în interiorul compartimentelor celulelor cu întrerupătoare debroşabile, fără separator de bare, când întrerupătorul este debroşat, barele colectoare sunt sub tensiune şi nu există un perete despărţitor care să împiedice accesul persoanelor sau uneltelor la acestea. Se admite accesul în compartimentul întrerupătorului numai după scoaterea de sub tensiune a barelor colectoare sau montarea unor paravane (sau plăci electroizolante după caz) conform prevederilor de la art.70.

Art.259. (1) În cazul în care se execută lucrări în compartimentele celulelor cu întrerupător debroşabil, prevăzute cu pereţi continui, care împiedică accesul persoanelor sau uneltelor la elementele conductoare legate la barele colectoare (când întrerupătorul este debroşat), se permite a nu se monta scurtcircuitor în celulă lângă separarea vizibilă pe partea spre barele colectoare.

(2) În cazul celulelor metalice la care pereţii laterali ai compartimentelor nu asigură protecţia împotriva apropierii sub limitele admise (distanţe de vecinătate) faţă de părţile aflate sub tensiune din compartimentele vecine, prevăzute la art. 45 (2), trebuie să se ia cel puţin una din următoarele măsuri, în vederea executării lucrării:

a) obturarea orificiilor, prin montarea de plăci electroizolante sau covoare electroizolante mobile;

b) scoaterea de sub tensiune a părţilor respective din compartimentele vecine.

Art.260. În cazul lucrărilor care se execută în celule cu întrerupător debroşabil, în porţiunea din celulăîntre întrerupător şi racordarea la linie, legarea la pământ şi în scurtcircuit se va executa prin închiderea cuţitelor de legare la pământ a celulei. În cazul în care acestea lipsesc, se va monta un scurtcircuitor pe porţiunea de bară la care este racordată linia în celulă. În ambele cazuri, se va bloca în poziţie deschis maneta dispozitivului de acţionare al separatorului de secţionare a liniei cel mai apropiat de celulă şi pe care se va monta indicator de securitate, fără a fi necesară montarea şi a unui scurtcircuitor lângă aceastăseparare vizibila.

Art.261. În cazul lucrărilor ce se execută la cablurile de ieşire din staţie, ce fac legătura cu liniile electrice aeriene, inclusiv la cutiile terminale ale acestora, aflate în celule (de orice fel), realizarea separării electrice către linie se face la separatorul cel mai apropiat de staţie, unde se iau toate măsurile tehnice prevăzute în prezenta instrucţiune.

Art.262. În vederea executării unor lucrări la întrerupătoare sau separatoare, dispozitivele lor de acţionare trebuie blocate în poziţia deconectat sau deschis (cu excepţia cazurilor în care la unele operaţii este necesară poziţia conectat sau închis a acestora), prin întreruperea circuitelor de comandă. De asemenea, trebuie luate prin grija admitentului sau a şefului de lucrare, după caz, următoarele măsuri:

a) la întrerupătoarele şi separatoarele acţionate cu aer comprimat se va închide admisia aerului comprimat şi se vor bloca mecanic electroventilele prin care se face admisia aerului comprimat la dispozitivul de acţionare al acestora, descărcându-se de presiune circuitul din aval faţă de robinetul de izolare. În cazul în care nu se poate executa blocarea mecanică a electroventilelor este obligatorie golirea de aer comprimat a rezervoarelor proprii, robinetul de evacuare a aerului comprimat rămânând deschis;

b) la întrerupătoarele şi separatoarele acţionate electri se vor scoate siguranţele prin intermediul cărora se alimentează motoarele, bobinele de acţionare etc.;

c) la întrerupătoarele cu dispozitive de acţionare cu lichide sub presiune (MOP, etc.) se vor întrerupe circuitele de alimentare ale electropompelor şi în cazul în care se lucrează la piese, elemente sau părţi în mişcare sau sub presiune, se va descărca de presiune circuitul de comandă. În cazul în care dispozitivul de acţionare cu fluid nu se descarcă de presiune, lucrarea se va executa în baza instrucţiunii proprii acestui caz, întocmită de fabricant sau beneficiar;

d) la întrerupătoarele acţionate de dispozitive cu resorturi se vor detensiona resorturile respective;

e) pe cheile sau ventilele de comandă şi pe robinetele de admisie a aerului comprimat se vor monta panouri de semnalizare;

f) dacă în cazul lucrării la întrerupător sau separator este necesar ca acesta să fie manevrat, se va restabili agentul de acţionare sau circuitul curentului operativ, interzicându-se staţionarea lângă întreruptorul sau separatorul al cărui reglaj se probează a oricărei persoane în afara celor care execută nemijlocit proba şi care s-au asigurat că manevra se poate efectua fără risc;

g) în cazul în care simultan cu lucrările la întrerupător sau separator se lucrează şi în circuitul de comandă, scoaterea siguranţelor de pe circuitul de comandă se înlocuieşte cu întreruperea circuitului de la bobinele de acţionare, prin dezlegarea acestora sau prin dispozitive de deconectare, special prevăzute în acest scop. Această măsură se va lua în comun, atât de către şeful de lucrare de la întrerupător sau separator, cât şi de şeful de lucrare de la circuitele secundare;

h) în cazul întrerupătoarelor sau separatoarelor telecomandate, se va monta un panou de semnalizare adecvat, la punctul de telecomandă, când acest lucru este posibil.

Art.263. Folosirea flăcării deschise este permisă numai cu condiţia ca distanţa de la aceasta până la părţile aflate sub înaltă tensiune să fie mai mare decât limita admisă (distanţele de vecinătate) precizate la art. 45 (2) din prezenta instrucţiune, plus 0,8 m.

Art.264. (1) În cazul izbucnirii unui incendiu în instalaţiile electrice aflate în incinte, interioare sau exterioare, personalul operativ este obligat a interveni, cu respectarea instrucţiunilor specifice pentru stingerea incendiilor.

(2) Pentru prevenirea producerii unor accidente de natură electrică în timpul intervenţiei cu mijloace mobile (portabile) pentru stingerea incendiilor, se va întrerupe tensiunea la partea de instalaţie la care urmează a se interveni şi la alte instalaţii, după caz.

(3) In cazul interventiei la instalatii electrice de joasa tensiune partea de instalaţie de joasătensiune la care se intervine poate să rămână sub tensiune, dar personalul de intervenţie trebuie săfolosească mănuşi electroizolante, încălţăminte electroizolantă, cască de protecţie cu vizieră sau mascăcontra gazelor în caz de necesitate.

(4) Trebuie să se evite apropierea extinctorului de instalaţia electrică de joasă tensiune rămasăsub tensiune.

(5) În cazul intervenţiilor pentru stingerea incendiilor în instalaţiile interioare trebuie utilizatămasca de gaze din dotare.

Art.265. În staţiile de transformare şi/sau de conexiuni unde sunt locuri în care se constată prin măsurări ca intensitatea câmpului electric depăşeşte 10 kV/m şi schimb (locuri stabilite de subunitatea de exploatare), personalul operativ, precum şi cel care execută lucrări de întreţinere - reparaţii sau montaj trebuie să folosească mijloace de protecţie specifice sau să reducă timpul de expunere.

Art.266. La executarea controalelor sau lucrărilor în gospodăriile de cabluri (tunele, puţuri) din staţiile şi din posturile de transformare subterane, trebuie luate preventiv următoarele măsuri:

a) aerisirea, ventilarea şi verificarea obligatorie a lipsei gazelor. Verificarea lipsei gazelor combustibile (din infiltraţie) sau nocive şi a pericolului de emanaţii (sau acumulare a acestora) trebuie să se facă cu ajutorul detectoarelor mobile de gaze, menţinute în funcţiune pe toată durata executării lucrărilor. În cazul în care se constată prezenţa gazelor nocive (oxid de carbon) sau gaze naturale cu concentraţie apropiată de limita inferioară de explozie se interzice orice activitate şi se vor lua măsuri conform prevederilor legale și instrucţiunilor proprii specifice;

b) interzicerea folosirii lămpilor portative şi a flăcării deschise până la constatarea, prin determinări, a lipsei gazelor combustibile;

c) îngrădirea şi montarea panourilor de semnalizare sau postarea unui supraveghetor din cadrul formaţiei de lucru la gurile deschise (de vizitare) ale încăperilor, puţurilor, tunelelor, canalelor sau posturilor de transformare subterane.

Art.267. În timpul efectuării controlului şi/sau executării lucrărilor în puţuri, tunele şi galerii, trebuie utilizat detectorul de gaze. Emitentul şi şeful de lucrare trebuie să stabilească dacă fiecare lucrător va fi dotat şi cu aparat autonom de salvare. Aparatul autonom se va utiliza la primul semnal de avertizare, emis de unul dintre detectoarele de gaze.

Art.268. Lucrările cu flacără deschisă în gospodăriile de cabluri din staţiile de transformare şi posturile subterane trebuie executate în condiţiile limitării flăcării, prin materiale refractare, dotarea executanţilor cu echipament de protecţie adecvat şi stingătoare adecvate.

Art.269. Executarea unei lucrări asupra unor părţi din instalaţiile situate în încăperi comune cu alte instalaţii de înaltă tensiune sau joasă tensiune rămase sub tensiune, dacă nu există îngrădiri fixe înspre acestea, trebuie

să înceapă numai dacă se vor monta îngrădiri provizorii mobile, iar pe acestea panouri de semnalizare de interzicere.

Art.270. Înainte de a se atinge bara de nul a tablourilor de distribuţie, trebuie să se verifice vizual continuitatea legăturii acesteia la instalaţia de legare la pământ și se va verifica lipsa tensiunii.

Art.271. Este interzisă văruirea cu aparate de pulverizare sau stropire în interiorul staţiilor electrice, posturilor de transformare (punctelor de alimentare) în care există părţi aflate sub tensiune sau în exteriorul acestora, pe partea unde se află instalaţii sub tensiune.

Art.272. În cazul inundării posturilor de transformare (punctelor de alimentare) subterane, trebuie să se verifice starea lor, folosindu-se în acest scop o sursă independentă de lumină. Dacă apa a atins părţile aflate sub tensiune sau se află în imediata apropiere a acestora, se interzice atingerea apei de către executanţi, înaintea scoaterii de sub tensiune a instalaţiei. Nu se va coborî în apă, înaintea verificării adâncimii acesteia.

Art.273. La lucrările executate prin urcare pe construcţiile posturilor de transformare pe stâlpi, trebuie respectate prevederile prezentei instrucţiuni privind urcarea şi lucrul la înălţime. De asemenea, trebuie să se verifice starea eşafodajului şi a balustradei postului, precum şi fixarea corespunzătoare a transformatorului. În cazul în care se constată un grad avansat de putrezire a eşafodajului (platformei), se va lucra numai cu utilaje speciale pentru lucru la înălţime sau conform instrucţiunilor tehnice de lucru.

Art.274. Nu este admis a se executa lucrări simultan la două niveluri, decât dacă există paravane corespunzătoare care să-i asigure pe executanţii de jos împotriva căderii accidentale a unor obiecte de la nivelul superior.

Art.275. (1) La ridicarea echipamentului electric cu ajutorul utilajelor, prinderea trebuie să se realizeze numai de locurile special destinate acestui scop sau de cadrele metalice ale aparatelor.

(2) Este interzisă prinderea funiilor sau a gaşelor la ridicare, de izolatoare sau de căile de curent ale aparatelor, de cârligele de pe capacul transformatoarelor de putere (destinate numai pentrudecuvare), de profilele celulelor prefabricate etc.

Art.276. Este interzisă sprijinirea scărilor fără dispozitive de sprijinire sau agăţare inclusiv sprijinirea membrilor formaţiei de lucru de căi de curent (bare flexibile) sau de izolatoarele aparatelor electrice.

Art.277. După terminarea montării şi legării căilor de curent la bornele transformatoarelor, acestea trebuie legate la pământ şi în scurtcircuit, până la efectuarea probelor şi punerii în funcţiune, evitându-se în acest fel accidentarea datorită tensiunilor inverse sau induse.

Art.278. În timpul deplasării transformatoarelor, a celulelor etc. prin tractare cu cabluri este interzisăstaţionarea membrilor formaţiei de lucru în vecinătatea cablurilor, pentru a se evita accidentele în cazul ruperii acestora. Dacă echipamentul respectiv se deplasează pe o cale de rulare, membrii formaţiei de lucru trebuie să stea în spate sau lateral, nefiind permisă tragerea din faţă (din sensul deplasării). Art.279. (1) Înainte de manevrarea separatoarelor cu ajutorul dispozitivelor de acţionare mecanice sau pneumatice, trebuie să se verifice că nu există nici o persoană în celulă şi, în special, că nu lucrează nimeni la separator.

(2) Separatoarele se vor manipula şi monta numai în poziţia "închis”.

Art.280. La montarea întrerupătoarelor şi a dispozitivelor de acţionare cu resorturi trebuie să se verifice, în prealabil, că resorturile nu sunt armate.

Art.281. În timpul acţionărilor pentru reglajul întrerupătoarelor este interzis accesul membrilor formaţiei de lucru în apropierea acestora, iar executantului care efectuează reglajul îi este interzisăintroducerea mâinii între mecanisme.

Art.282. Pentru lucrări pe traseele cablurilor racordate la cutiile de distribuţie supraterane inclusiv cutiile de trecere, firidele principale de branşament, cutiile de aprindere pentru iluminat public etc., unde nu se pot monta scurtcircuitoare sau montarea acestora s-ar face în condiţii periculoase pentru personalul manevrant sau pentru personalul neavizat (datorită imposibilităţii închiderii uşilor etc.), după întreruperea tensiunii pe cabluri şi separarea lor vizibilă, în locul siguranţelor se vor monta capace sau mânere electroizolante colorate în roşu şi panouri de semnalizare corespunzătoare.

Art.283. Pentru lucrări executate pe traseele cablurilor racordate la cutiile de distribuţie subterane în care nu se pot monta scurtcircuitoare, după întreruperea tensiunii pe cabluri, trebuie montate pălării electroizolante şi panouri de semnalizare pe cuţitele cutiilor terminale.

Art.284. În cazul lucrărilor la cutiile de distribuţie subterane trebuie să se asigure măsuri de delimitare materială a zonei de lucru prin îngrădirea cutiei de distribuţie cu panouri, paravane sau benzi şi montarea, pe acestea, a panourilor de semnalizare de interzicere în aşa fel încât să se evite accesul şi accidentarea persoanelor neavizate. La întreruperea lucrărilor cu deplasare de la locul de muncă a formaţiei, cutia de distribuţie deschisă, chiar dacă este îngrădită, nu trebuie lăsată fără supraveghere.

Art.285. (1) Lucrările la cutiile de distribuţie trebuie executate pe baza autorizaţiei de lucru, A.S. sau ITI-PM, după cum stabileşte conducătorul unităţii.

(2) Legarea – dezlegarea cablurilor la cutiile de distribuţie se poate executa şi pe bază de ITI – PM sau AS.

Art.286. Pentru lucrările ce se execută direct asupra cutiilor de distribuţie subterane la care nu se pot monta scurtcircuitoare, după întreruperea tensiunii pe cabluri, se vor realiza aceleaşi măsuri ca cele prevăzute la Art.285.

Art.287. La manevrarea siguranţelor din cutiile de distribuţie, executantul trebuie să utilizeze următoarele mijloace de protecţie: cască de protecţie cu vizieră de protecţie a feţei, încălţăminte electroizolantă, mănuşi electroizolante sau covor electroizolant portabil (atunci când manevra se execută de pe marginea cutiei de distribuţie din poziţia în genunchi) şi mânerul electroizolant pentru montarea-demontarea siguranţelor MPR cu manşon de protecţie a braţului.

Art.288. Lucrările de la cutiile de distribuţie subterane, fără scoaterea de sub tensiune a tuturor elementelor de instalaţie din interiorul acestora, trebuie să se execute cu luarea următoarelor măsuri:

a) folosirea pe toată durata lucrării a echipamentului individual de protecţie specificat în articolul anterior;

b) scoaterea siguranţelor de pe toate cablurile;

c) montarea pălăriilor sau tecilor electroizolante pe cuţitele sau furcile fixe ale plecărilor, indiferent dacă sunt sau nu sub tensiune;

d) executarea pe rând, numai la câte o fază, a reviziei contactelor la cuţitele de pe plecări, celelalte rămânând izolate cu teci;
e) întreruperea tensiunii pe cablul racordat la cutia terminală la care se lucrează, în cazul lucrărilor de înlocuire a acesteia;
f) supravegherea permanentă a membrilor formaţiei de lucru de către şeful de lucrare.

5.3.Măsuri de securitate în muncă pentru executarea lucrărilor la liniile electrice aeriene din exploatare

Executarea lucrărilor la sol, pe traseele liniilor şi la baza stâlpilor

Art.289. (1) Pentru executarea lucrărilor în apropierea liniilor electrice aeriene aflate sub tensiune, automacaralele, autoscările, autotelescoapele, autoplatformele etc. trebuie să fie astfel amplasate încât în timpul manevrării lor să se asigure respectarea distanţelor limită admisibile (de vecinătate) din prezenta instrucţiune, dintre conductoarele linie si/sau oricare parte a acestora, sarcina manevrată şi conductoarele liniei. În cazul liniilor electrice aeriene de joasă tensiune, chiar dacă sunt scoase de sub tensiune, se interzice, din motive mecanice, atingerea elementelor liniei cu autoutilajele menţionate mai sus.
(2) La amplasarea autoscărilor se va ţine seama de modificarea poziţiei scării sub greutatea persoanei care se urcă şi lucrează de pe scară.
(3) În cazul în care o parte oarecare a unui autoutilaj a depăşit distanţa de limită admisibilă(de vecinătate) faţă de conductoarele liniei aflate sub tensiune, se interzice coborârea sau urcarea personalului în autoutilajul respectiv, emiţându-se semnale corespunzătoare către cei care au condiţii să asigure scoaterea de sub tensiune a liniei.
Art.290. Măsurarea gabaritelor şi a săgeţii conductoarelor liniilor electrice aeriene aflate sub tensiune este permisă numai de la sol şi numai în cazul în care se execută cu ajutorul aparatelor special, construite în acest scop. Personalul executant poate fi de altă specialitate decât cea de electrician şi poate executa măsurarea fără supraveghere şi fără autorizaţie de lucru, cu condiţia să aibă instructajul făcut în acest sens.
Art.291. (1) În cazul lucrărilor de tundere a copacilor şi de deschidere a culoarelor liniilor electrice aeriene aflate sub tensiune, executanţii trebuie să respecte distanţa de limită admisibilă (de vecinătate) dintre conductoare şi sculele sau utilajele folosite, precum şi dintre conductoare şi crengile sau copacii ce se vor tăia. În timpul tăierii se va ţine seama de direcţia de cădere a crengilor sau a copacilor. Executanţii trebuie să folosească în timpul lucrării încălţăminte electroizolantă, centură complexa, cască de protecţie a capului, ochelari de protecţie şi frânghii, după caz.
(2) Pentru a se evita căderea crengilor sau a copacilor peste conductoarele liniei, tăierea acestora trebuie să se facă după legarea lor cu frânghii pentru dirijare.
(3) Utilizatorii fierăstraielor mecanice cu lanţ trebuie să fie dotaţi şi instruiţi conform instrucţiunilor de folosire ale acestor utilaje.
Art.292. (1) La deplasarea manuală a stâlpilor de lemn, şeful de lucrare trebuie să repartizeze în mod egal sarcina pe executanţi, aceştia fiind aşezaţi după înălţime, purtând stâlpul pe acelaşi umăr şi păşind în aceeaşi cadenţă. Comanda de ridicare şi de coborâre a stâlpului trebuie dată de către o singură persoană (şeful de

lucrare, numai după ce această persoană s-a convins că toţi executanţii se găsesc pe aceeaşi parte a stâlpului şi anume pe cea opusă locului de ridicare sau coborâre. Se interzice deplasarea manuală a stâlpilor pe terenuri abrupte, accidentate sau alunecoase (datorită apei sau a îngheţului).

(2) Ridicarea manuală este admisă numai pentru stâlpi sub 500 kg, folosind capre speciale şi furci cu capete metalice, rezistente şi bine ascuţite. Stâlpul ridicat trebuie sprijinit în continuare până la umplerea gropii cu pământ.

Art.293. Este permis a se executa următoarele lucrări la baza stâlpilor, cu linia electrică aeriană respectivă aflată sub tensiune:

a) măsurarea rezistenţei de dispersie a prizelor de pământ;

b) lucrări de întreţinere sau reparaţii la fundaţii, adaosuri, ancore etc.;

c) verificarea gradului de putrezire a stâlpilor din lemn, a gradului de corodare a stâlpilor din metal şi a ancorelor, a stării stâlpilor din beton;

d) completarea şi recondiţionarea inscripţiilor.

Art.294. (1) Măsurarea rezistenţei de dispersie a prizelor de pământ de la liniile electrice aeriene trebuie să se execute de către minim două persoane.

(2) Operaţiile de întrerupere şi refacere a racordării prizei de pământ la stâlp trebuie să se execute folosind încălţăminte electroizolantă, mănuşi electroizolante şi cască de protecţie a capului.

(3) Măsurarea rezistenţei de dispersie a prizei de pământ, fără întreruperea racordării acesteia la stâlp, trebuie să se facă folosind încălţăminte electroizolantă sau grătar de egalizare a potenţialului şi cască de protecţie a capului.

(4) În timpul măsurării rezistenţei de dispersie a prizei de pământ cu întreruperea racordării acesteia la stâlp, este interzisă atingerea stâlpului cu vreo parte a corpului.

(5) Este interzisă măsurarea rezistenţei de dispersie a prizelor de pământ de la liniile electrice aeriene în timpul descărcărilor atmosferice.

Art.295. Lucrările de plantare a adaosurilor, de săpare în jurul sau la picioarele fundaţiilor, precum şi în jurul stâlpului, nu trebuie să pună în pericol starea de echilibru a stâlpului.

Art.296. Măsurarea tensiunii mecanice în ancorele liniilor electrice aeriene sub tensiune trebuie să se facă utilizând dinamometrul în paralel cu ancora. Retensionarea ancorelor este permisă numai dacă în timpul acestei operaţii se urmăreşte permanent, cu teodolitul, menţinerea verticalităţii stâlpului la ale cărui ancore se lucrează.

<u>Executarea lucrărilor prin urcare pe stâlpii liniilor electrice aeriene scoase de sub tensiune</u>

Art.297. Lucrările prin urcare pe stâlpii liniilor electrice aeriene scoase de sub tensiune trebuie să se execute în conformitate cu fişele tehnologice sau instrucţiunile tehnice de lucru care trebuie să prevadă şi componenţa formaţiilor de lucru, dotarea cu utilaje, dispozitive, unelte, echipament de protecţie şi de lucru.

Art.298. (1) Pentru executarea lucrărilor la coronamentul liniilor de pe stâlpii din beton precomprimat sau centrifugat, personalul trebuie să fie asigurat împotriva căderii şi poate utiliza platforme de lucru respectând prevederile Art. 220 din prezenta instrucţiune.

(2) Pentru executarea lucrărilor de întindere la săgeată a conductoarelor sau de înlocuire a ancorelor la stâlpii de colţ, întindere sau terminali, confecţionaţi din beton, operaţiile tehnologice de marcare pe conductor si fixarea acestuia in lanţul de izolatoare trebuie efectuate de către executant numai din coşul autotelescopului sau al autoplatformei cu braţ articulat cu excepţia cazurilor în care aceste utilaje speciale nu au acces în apropierea lor. În această ultima situaţie este permisă prezenţa personalului pe aceşti stâlpi, cu condiţia ca înainte de tragerea la săgeată a conductoarelor să se verifice dacă stâlpii între care se face tragerea sunt ancoraţi în direcţia opusă acesteia.

Art.299. Urcarea pe stâlpii metalici zăbreliţi se va realiza folosind buloanele prinse special pentru acest scop, acolo unde există aceste buloane, sau pe verticala unora din profilele de rezistenţă ale acestora, utilizând metode de asigurare a personalului împotriva căderii, conform prevederilor Art. 176 din prezenta instrucţiune specifică.

Executarea lucrărilor prin urcare pe stâlpii liniilor electrice aeriene aflate sub tensiune

Art.300. Vopsirea stâlpilor se face din interiorul sau din exteriorul acestora, respectând distanţele limită admisibile (minime de vecinătate) faţă de conductoarele aflate sub tensiune şi delimitate prin marcare conform prevederilor art.137 lit. c).

Art.301. (1) Orice fel de lucrare realizata la coronamentul și conductoarele liniilor electrice de joasa tensiune cu conductoare neizolate (clasice), cu un circuit se va efectua cu linia scoasă de sub tensiune.

(2) Pentru lucrările realizate la coronamentul și conductoarele liniilor electrice de joasă tensiune cu conductoare neizolate (clasice) cu două sau mai multe circuite montate pe stâlpi comuni se pot executa lucrări la circuitul poziționat în partea de jos scos de sub tensiune, fără socoaterea de sub tensiune a celuilalt circuit de deasupra, numai în cazul în care distanța dintre cele două circuite este de cel puțin 0,8 m și nulul nu este comun. In orice altă situație se va lucra cu scoaterea de sub tensiune a tuturor circuitelor.

(3) Lucrările de întreţinere sau reparaţii la un circuit scos de sub tensiune al unei linii electrice aeriene cu mai multe circuite montate pe stâlpi comuni, atunci când unul sau mai multe circuite rămân sub tensiune, se execută numai în cazul în care între conductoarele cele mai apropiate ale circuitului la care se lucrează şi circuitul (circuitele) aflat (aflate) sub tensiune în punctele de săgeată maximă, există următoarele distanţe minime:

a) pe verticală:

- 1,5 m faţă de liniile de 1-20 kV;
- 3,0 m faţă de liniile de 27-35 kV;
- 3,5 m faţă de liniile de 60-110 kV.

b) pe orizontală:

- 3,0 m faţă de liniile de 1-35 kV;
- 4,0 m faţă de liniile de 110 kV;
- 6,0 m faţă de liniile de 220 kV;
- 10,0 m faţă de liniile de 400 kV.

(4) În cazul circuitelor suprapuse pe stâlpi comuni nu sunt permise lucrări la circuitele aflate deasupra celor rămase sub tensiune. Fac excepţie lucrările ce se execută la circuitele aflate deasupra celor de radioficare şi deasupra liniilor de contact pentru tracţiune urbană, cu condiţia ca la lucrările simple efectuate la corpurile de iluminat (înlocuirea becurilor arse, a globurilor sparte, a siguranţelor arse, a igniterelor defecte etc.) să se folosească dispozitive sau utilaje speciale care să permită executarea acestor lucrări fără pericol. Pentru alte categorii de lucrări la circuitele de iluminat public aflate deasupra liniilor de contact pentru tracţiune urbană, unitatea de exploatare trebuie să stabilească prin instrucţiuni proprii măsurile care trebuie luate, în funcţie de particularităţi, pentru ca lucrările să se poată executa fără pericol.

(5) În cazul lucrărilor pe stâlpii de beton ai liniilor electrice aeriene de 110 kV şi mai mult, urcarea trebuie sa se realizeze cu autotelescopul, autoscara sau alt utilaj similar. Se admite ca urcarea să se facă şi cu ajutorul scărilor care se montează pe stâlpi prin metoda clădirii, cu respectarea prevederilor instrucţiunilor specifice ale scărilor, cât şi a fişelor tehnologice.

În cazul unui circuit rămas sub tensiune trebuie să se prevină depăşirea distanţelor limită admisibilă (de vecinătate) faţă de acesta.

Art.302. La executarea lucrărilor la un circuit scos de sub tensiune al unei linii electrice aeriene cu mai multe circuite, atunci când unul sau mai multe dintre ele rămân sub tensiune, formaţia de lucru trebuie să respecte prevederile prezentei instrucțiuni , fişelor tehnologice sau ale instrucţiunilor tehnice de lucru.

Art.303. Sunt interzise demontarea, montarea şi tragerea la săgeată a conductoarelor circuitelor de joasă tensiune, montate pe stâlpi comuni cu alte circuite de joasă sau înaltă tensiune, rămase sub tensiune.

Executarea lucrărilor la liniile electrice aeriene în condiţii speciale de traversări

Art.304. Orice fel de lucrare realizata la coronamentul și conductoarele liniilor electrice de joasa tensiune cu conductoare neizolate (clasice) se va efectua cu linia scoasa de sub tensiune.

La executarea lucrărilor într-o deschidere a unei linii electrice aeriene, care este supratraversată sau subtraversată de altă (alte) linie (linii) în exploatare, cu scoaterea de sub tensiune numai a liniei la care se lucrează, trebuie să se ţină seama de următoarele condiţii:

a) să nu se piardă echilibrul stabil al stâlpilor sau al conductoarelor, la linia care supratraversează;

b) să se asigure conductoarele liniei care subtraversează împotriva unui eventual salt al acestora;

c) să se respecte distanţele minime pe verticală între conductoarele cele mai apropiate ale liniei subtraversate şi ale liniei supratraversate, după cum urmează:

- 1,5 m faţă de liniile de 1-20 kV;
- 3,0 m faţă de liniile de 27-35 kV;
- 3,5 m faţă de liniile de 60-110 kV;
- 4,5 m faţă de liniile de 220 kV;
- 6,0 m faţă de liniile de 400 kV;
- 9,0 m faţă de liniile de 750 kV.

Măsurarea acestor distanţe se va face cu aparate speciale (teodolit, telemetru etc.).

Art.305. La executarea lucrărilor la deschideri aflate în panoul unde există intersecţii cu alte linii electrice aeriene în exploatare (subtraversări ori supratraversări), însă la alte deschideri decât cele în care se lucrează, trebuie să se procedeze respectând prevederile articolului anterior şi ale următoarelor reguli:

a) executarea lucrărilor care nu conduc la pierderea echilibrului stabil al stâlpilor sau al conductoarelor, impune scoaterea de sub tensiune numai a circuitului la care se lucrează, cu condiţia respectării distanţelor minime pe verticală între cele două linii, prevăzute la art.304 anterior, corespunzătoare tensiunilor liniilor care intersectează linia la care se lucrează.

Măsurarea acestor distanţe se va face cu ajutorul aparatelor speciale;

b) executarea lucrărilor care conduc la pierderea echilibrului stabil al stâlpilor sau al conductoarelor trebuie să se realizeze cu scoaterea de sub tensiune numai a liniei la care se lucrează, iar zonele de lucru trebuie să fie astfel stabilite, încât să nu cuprindă deschiderea (deschiderile) în care există subtraversări sau supratraversări. Se vor asigura ancorări la conductoare şi stâlpi între deschiderea la care se lucrează şi deschiderea cu intersecţii, înspre deschiderea la care se lucrează.

Art.306. Pentru executarea lucrărilor la o linie electrică aeriană ce este supratraversată de altă linie electrică aeriană cu circuite suprapuse este permis ca scoaterea de sub tensiune, impusă prin prevederile art.304, să se facă numai pentru circuitul inferior al liniei ce supratraversează.

Art.307. La executarea lucrărilor pe liniile electrice aeriene care intersectează sau sunt situate în imediata apropiere de căi ferate, drumuri internaţionale, drumuri naţionale, drumuri judeţene, râuri şi canale navigabile, trebuie realizate preventiv:

a) o convenţie cu organele competente ale căilor ferate sau de navigaţie, asupra intervalelor de lucru şi prezenţei unor delegaţi, care, prin aşezarea semnalelor avertizoare şi luarea altor măsuri, să poată opri circulaţia trenurilor sau a navelor pe timpul executării lucrării sau să poată preveni la timp formaţia de lucru despre trecerea navelor sau a trenurilor, când lucrarea se va opri provizoriu, până după trecerea acestora;

b) o semnalizare avansată (minimum 50 m de o parte şi de alta a locului unde se desfăsoara lucrarea) pe drumurile cu circulaţie rutieră.

<u>Executarea lucrărilor la liniile electrice aeriene în condiţii speciale de paralelism</u>

Art.308. Orice fel de lucrare realizata la coronamentul și conductoarele liniilor electrice de joasa tensiune cu conductoare neizolate (clasice) se va efectua cu linia scoasa de sub tensiune.

La executarea lucrărilor asupra liniilor electrice aeriene la care valorile din calcule şi/sau măsurări ale tensiunilor induse depăşesc valorile admise, trebuie să se aplice următoarele măsuri:

a) în cazul lucrărilor la conductoare:

- prevederile art.302 din prezenta instrucțiune;
- interzicerea în timpul lucrului a atingerii concomitente a conductorului liniei sau a stâlpului la care se lucrează şi a unui alt element metalic aflat în contact cu o zonă de potenţial nul (peste 20 m de stâlp);
- interzicerea executării lucrărilor în condiţii de descărcări electrice în atmosferă;

- separarea galvanică a legării la pământ şi în scurtcircuit din zona de separare electrică a instalaţiei, faţă de legarea la pământ şi în scurtcircuit din zona (zonele) de lucru (cu excepţia legăturii prin conductoarele de protecţie, acolo unde există);
- stabilirea în AL sau ITI-PM a numărului, locurilor şi lungimii zonelor de lucru, inclusiv a locurilor de montare în zona de lucru a atenuatoarelor dacă aceasta este necesar, la linii electrice aeriene de 110 - 750 kV;
b) în cazul lucrărilor la sol:
- folosirea încălţămintei electroizolante la apropierea de stâlpii la care sunt efectuate legări la pământ şi în scurtcircuit în zona de lucru sau în apropierea unor elemente metalice care pot veni în contact cu conductoarele liniei scoase de sub tensiune.

Art.309. În cazul demontării, montării şi întinderii la săgeată a conductoarelor de pe liniile electrice aeriene la care valorile tensiunilor induse depăşesc valorile admise, se vor respecta măsurile din fişele tehnologice sau instrucţiunile tehnice de lucru, conform precizărilor de la art. 302.

Art.310. În cazul în care linia inductoare este de tracţiune electrică, la care curentul de întoarcere către sursă trece prin pământ, lucrările pe liniile electrice aeriene cu tensiune indusă se vor executa conform instrucţiunilor proprii întocmite în acest scop.

Art.311. Înaintea întregirii unei linii aeriene intre un panou in care se lucrează si un panou cu tensiune indusa trebuie realizata legarea la pământ a acestuia din urma înspre partea unde urmează sa se lege cordoanele de întregire.

Executarea lucrărilor la tronsoanele liniilor electrice aeriene separate vizibil prin dezlegări de cordoane sau conductoare

Art.312. (1) Dezlegarea cordoanelor tronsonului de linie electrică aeriană, la care urmează a se lucra un timp mai îndelungat, de restul liniei care se repune sub tensiune, trebuie efectuată astfel încât, dupărepunerea sub tensiune a porţiunii de linie la care nu se lucrează, cordoanele dezlegate să fie prinse sigur de conductoarele tronsonului pe care se lucrează, legat la pământ şi în scurtcircuit în zona de lucru.

(2) Se interzice montarea scurtcircuitoarelor la stâlpul pe care s-au dezlegat cordoanele dupărepunerea liniei sub tensiune.

Art.313. (1) Lucrarea pe tronsonul de linie separat vizibil prin dezlegări de cordoane sau conductoare se va executa în baza unei AL, ITI-PM sau PV.

(2) Lucrarea de dezlegare şi legare a cordoanelor sau conductoarelor se va executa pe baza unei AL distincte, cu excepţia cazului in care lucrarea se executa de către o formaţie de servire operativa pe bază de AS.

(3) Pentru separarea vizibilă a unui cablu, racordat la o linie electrică aeriană, prin dezlegare, se va proceda în mod asemănător prevederilor de mai sus.

Executarea lucrărilor la liniile electrice aeriene de joasă tensiune cu conductoare izolate torsadate

Art.314. (1) În cazul liniilor electrice aeriene de joasă tensiune cu conductoare izolate torsadate, măsurile tehnice consemnate la art.45 (1) litera (a), se iau în postul de transformare şi/sau în reţea.

(2) Reţelele electrice de joasă tensiune cu conductoare izolate torsadate, trebuie să permită realizarea măsurilor tehnice prevăzute la articolul 45 (1) litera c) cât şi la art.68 (1) literele a) şi b). În acest sens, cu ocazia lucrărilor asupra reţelelor existente în exploatare, se vor executa adaptările necesare.

Art.315. În cazul în care o linie electrică aeriană de joasă tensiune cu conductoare izolate torsadate se continuă cu o porţiune având conductoare neizolate, la executarea lucrărilor pe această porţiune, cu scoatere de sub tensiune, trebuie să se realizeze zona de lucru conform prevederilor prezentei instrucţiuni specifice.

Art.316. Lucrările la liniile electrice aeriene de joasă tensiune cu conductoare torsadate aflate sub tensiune trebuie executate utilizând mănuşi electroizolante şi unelte electroizolante sau cu mânere electroizolante electroizolate, considerându-se că aceste lucrări sunt executate sub tensiune în contact.

Executarea lucrărilor la plantarea stâlpilor şi montarea izolatoarelor

Art.317. În cazul folosirii macaralei, ridicarea sau coborârea stâlpului trebuie să se facă lin şi numai prin acţionare verticală. Tragerea oblică cu macaraua este interzisă.

Art.318. În timpul ridicării stâlpului şi până la fixarea lui în fundaţie sunt interzise:

a) staţionarea sau trecerea pe sub stâlp, pe sub braţul macaralei sau pe sub cablurile tachelajului;

b) staţionarea sau trecerea printre troliul de ridicare şi capra (pilonul) de ridicare.

Art.319. La întreruperea temporară a procesului de ridicare a stâlpului nu este permisă lăsarea acestuia în poziţie suspendată.

Art.320. Utilajele folosite la ridicarea stâlpului sau cablurile de susţinere şi ancorare nu vor fi eliberate decât după fixarea sigură a stâlpului în fundaţie.

Art.321. Este interzisă urcarea vreunui membru al formaţiei de lucru pe un stâlp care nu este definitiv fixat în fundaţie.

Art.322. Orice operaţie care periclitează stabilitatea stâlpului, cum ar fi demontarea buloanelor de prindere a tronsoanelor, modificări ale poziţiei ancorelor etc. nu vor fi efectuate decât după o ancorare suplimentară a stâlpului, capabilă să-i menţină stabilitatea. În timpul acestor operaţii, urcarea, coborârea sau staţionarea membrilor formaţiei de lucru pe sau lângă stâlp sunt interzise.

Art.323. Ridicarea manuală pe stâlpi a izolatoarelor şi a armăturilor se va face, după caz, cu ajutorul frânghiilor, scripeţilor sau palanelor. Scripeţii se vor prinde de consolă în imediata apropiere a locului de fixare a izolatoarelor sau armăturilor. Detalierea şi succesiunea operaţiilor se va face în fişa tehnologică sau în instrucţiunea tehnică de lucru.

Art.324. Membrii formaţiei de lucru ce acţionează funia de ajutor sau dispozitivul de ridicare a sarcinii vor sta lateral, pentru a nu fi accidentaţi la căderea întâmplătoare a izolatoarelor sau armăturilor în curs de ridicare.

Art.325. În timpul ridicării pe stâlp a lanţurilor de izolatoare folosind un mijloc de ridicare mecanizat, membrul formaţiei de lucru aflat pe stâlp va supraveghea ridicarea stând în partea interioară a stâlpului metalic sau lângă generatoarea stâlpului din beton, asigurându-se cu frânghia (cordonul) centurii complexe.

Art.326. La montarea izolatoarelor şi armăturilor la liniile electrice aeriene în zone locuite se vor lua măsuri de împiedicare a accesului persoanelor neavizate lângă stâlpii pe care se lucrează.

Executarea lucrărilor la derularea, întinderea şi montarea conductoarelor

Art.327. Lucrările de întindere şi/sau montare a conductoarelor trebuie să se execute în baza fişelor tehnologice sau a instrucţiunilor tehnice de lucru, întocmite în concordanţă cu prevederile prezentei instrucţiuni.

Art.328. (1) În vederea manipulării tamburelor si derulării conductoarelor de pe acestea trebuie utilizate dispozitive speciale construite în acest scop.

(2) La derularea conductorului de pe tambur, membrul formaţiei de lucru care face verificarea conductorului trebuie să stea lateral, în afara zonei în care ar putea fi lovit la răsturnarea accidentală a tamburului şi trebuie să poarte mănuşi de protecţie (palmare).

Art.329. La derularea manuală, prin tragerea pe umeri a conductorului, membrii formaţiei de lucru trebuie să fie echipaţi cu umerare de protecţie şi mănuşi de protecţie (palmare). Conductorul trebuie purtat de către toţi membrii formaţiei angrenaţi la tragere, pe umărul din aceeaşi parte (pe acelaşi umăr).

Art.330. La derularea conductoarelor, poziţia membrilor formaţiei de lucru trebuie să fie astfel stabilităde către şeful de lucrare (echipă), încât la desprinderea accidentală dintr-o clemă de prindere sau la ruperea cablului de tracţiune, conductorul să nu-i lovească.

Art.331. Membrii formaţiei de lucru ce acţionează funia de ajutor sau dispozitivul de ridicare a conductorului trebuie să stea lateral, pentru a nu fi accidentaţi la căderea întâmplătoare a conductorului în curs de ridicare.

Art.332. În timpul ridicării pe stâlp a conductoarelor, folosind un mijloc de ridicare mecanizat, membrul formaţiei de lucru aflat pe stâlp va supraveghea ridicarea, stând în partea interioară a stâlpului metalic sau lângă generatoarea stâlpului din beton, asigurându-se împotriva căderii de la înălţime prin utilizarea unei componente a echipamentului individual de protecţie specific.

Art.333. (1) În timpul derulării conductoarelor, executanţii trebuie să supravegheze trecerea pe role a firului pilot sau a conductorului.

(2) În cazul blocării unei role sau a agăţării conductorului, derularea trebuie oprită şi se va relua după îndepărtarea defecţiunii.

Art.334. La liniile electrice aeriene de 110 kV, montarea clemelor de susţinere a conductoarelor trebuie executată de pe platformă, scăunel, sau scăriţa de montaj, membrul formaţiei de lucru care execută operaţia asigurându-se împotriva căderii in gol prin utilizarea, după caz, a combinaţiei de componente prevăzute de art. 216 literele b) si f) din prezenta instrucţiune . În mod similar se va proceda şi la montarea clemelor de fixare a conductoarelor la izolatoarele stâlpilor de întindere. Aceste operaţii se pot executa şi cu ajutorul autoutilajelor speciale, cu luarea măsurilor de asigurare corespunzătoare împotriva căderii de la înălţime a membrilor formaţiei de lucru.

Art.335. Pentru fixarea conductoarelor în cleme sau pentru legarea cordoanelor la stâlpii de întindere, membrii formaţiei de lucru care execută aceste operaţii trebuie să se asigure împotriva căderii de la înălţime, conform prevederilor art.216 literele b) si f) din prezenta instrucţiune.

Art.336. Pentru lucrări la conductoare, în deschidere, executate din cărucior, membrii formaţiei de lucru care execută aceste operaţii trebuie să se asigure cu mijlocul de legătură (frânghia) centurii la conductor.

Art.337. Lucrările de montare a conductoarelor trebuie să se execute astfel încât să nu se modifice echilibrul stâlpilor.

Art.338. (1) La lucrările de montare a conductoarelor în zonele locuite sau la traversările căilor de circulaţie (căi ferate, şosele, canale navigabile etc.), trebuie luate măsuri de împiedicare a accesului persoanelor neavizate şi a mijloacelor de transport în zonele de lucru.

(2) De la derularea şi tragerea la săgeată a conductoarelor şi până la fixarea acestora, în zonele populate, în apropierea şi traversarea şoselelor şi a drumurilor circulate, se vor posta membri ai formaţiei de lucru pentru pază, care vor semnaliza pericolul.

(3) La traversarea şoselelor cu trafic intens, în afara măsurilor de mai sus, se va realiza o semnalizare avansată în ambele sensuri de circulaţie, la o distanţă de minimum 50 m de traversare.

Art.339. Lucrările de traversare a căilor ferate se vor executa cu luarea măsurilor necesare stabilite prin convenţie, conform art. 307 din prezenta instrucţiune, pentru evitarea accidentelor în timpul circulaţiei feroviare, măsuri ce se vor stabili de comun acord cu reprezentanţii căilor ferate.

Executarea lucrărilor la demontarea liniilor electrice aeriene

Art.340. Dezechiparea stâlpilor care se prezintă în situaţiile menţionate la art. 174 din prezenta instrucțiune trebuie să se facă:

a) din coşul autoutilajului sau de pe autoscară;

b) prin urcare directă pe stâlp, după ce stâlpul a fost ancorat astfel încât să se împiedice căderea acestuia;

c) prin urcare directă pe stâlpul nou plantat lângă cel care prezintă nesiguranţă în exploatare.

Art.341. (1) Demontarea conductoarelor trebuie astfel executată încât să nu se modifice echilibrul stabil al stâlpilor. Înainte de începerea demontării conductoarelor, se vor ancora stâlpii de întindere (cu excepţia celor de capăt) care limitează panoul respectiv.

(2) Nu sunt permise tăierea sau degajarea liberă a conductoarelor.

(3) Demontarea conductoarelor trebuie stabilita prin fise tehnologice sau instrucţiuni tehnice de lucru.

Art.342. La demontarea stâlpilor se vor lua aceleaşi măsuri ca şi la plantare, precizate mai sus, sub aspectul evitării accidentelor în caz de prăbuşire accidentală a stâlpului.

Art.343. În cazul demontării unui circuit de pe stâlpi comuni cu alte circuite ce nu se demontează, lucrările se vor executa cu toate circuitele scoase de sub tensiune.

Art.344. (1) Demontarea stâlpilor metalici sau din beton trebuie să se facă conform prevederilor fişelor tehnologice. Acestea trebuie să prevadă în principal metode de dezmembrare din poziţia verticala sau aducerea in poziţie orizontala. În funcţie de metodă trebuie realizată:

a) asigurarea tronsonului metalic sau al stâlpului, cu funii de dirijare, pe durata coborârii la sol;

b) menţinerea în poziţie verticală a stâlpului (tronsonului), cu ajutorul macaralei, pe durata demontării sau dezmembrării bazei acestuia. Menţinerea cel puţin a unui punct de sprijin la bază (bolţ de protecţie, două - trei componente ale structurii longitudinale din fier - beton) care trebuie să împiedice desprinderea pe durata înclinării stâlpului, până la poziţia orizontală pe sol;

c) definitivarea demontării sau dezmembrării şi a ultimului punct de sprijin, operaţie executată cu stâlpul (tronsonul) situat la sol.

(2) Demolarea stâlpilor din metal, beton sau lemn este permisa numai după dezgropare.

(3) Gropile rezultate după îndepărtarea stâlpilor trebuie astupate.

(4) Din momentul înclinării stâlpului de la bază, până la aşezarea acestuia pe sol nici o persoană nu trebuie să stea sub stâlp sau în raza de cădere a acestuia. Dirijarea stâlpului în timpul coborârii la sol se va face cu ajutorul frânghiilor, personalul fiind situat în afara razei de acţionare a braţului macaralei şi a stâlpului.

Capitolul II.

Execuția și repararea fundațiilor pentru stâlpii liniilor electrice aeriene de 0,4 ÷ 750 kV

Execuția și repararea fundațiilor pentru stâlpii liniilor electrice aeriene (LEA) de 0,4 ÷ 750 kV implică o serie de lucrări tehnice specifice, în funcție de tipul de stâlp, teren și tensiunea liniei. Mai jos este un ghid detaliat care acoperă aspectele esențiale:

Execuția fundațiilor pentru stâlpii LEA

1. Etapele premergătoare

- Studiu geotehnic: analiza solului pentru determinarea capacității portante.
- Proiectare: alegerea tipului de fundație în funcție de:
  - Tensiunea liniei (0,4 – 750 kV)
  - Tipul de stâlp (metalici, din beton, lemn)
  - Configurația terenului (plat, în pantă, mlăștinos etc.)

2. Tipuri de fundații

- Fundații directe (cu stâlpi înfundați) – frecvente la LEA de joasă și medie tensiune (0,4 – 20 kV):
  - Betonate în groapă: stâlpul se montează direct și se betonează în teren.
  - Pe tălpi prefabricate: pentru soluri instabile.
- Fundații cu elemente prefabricate – uzuale la LEA de înaltă și foarte înaltă tensiune (110 – 750 kV):
  - Fundații tip pahar, fundații cu radiere, fundații cu piloți.
  - Adesea armate, cu ancorări și elemente metalice de prindere.
- Fundații speciale:
  - Pe terenuri slabe: piloți forați sau bătuti.
  - Pe versanți sau terenuri cu alunecări: fundare adâncită, stabilizări laterale.

3. Execuția propriu-zisă

- Trasarea gropilor și excavația: cu utilaje sau manual, în funcție de adâncime.

- Montarea armăturilor: unde este cazul.
- Montarea stâlpului sau cofrajului: în poziția finală.
- Betonarea: cu beton preparat în șantier sau livrat.
- Curățarea și refacerea terenului.

Reparația fundațiilor pentru stâlpii LEA

1. Cauze frecvente ale degradărilor

- Eroziunea solului/alunecări de teren
- Corodarea armăturilor sau betonului
- Vibrații excesive/instabilitate
- Depuneri de apă/îngheț-dezgheț

2. Metode de reparație

- Consolidări cu beton: completare sau îmbrăcare a fundației existente.
- Injectări cu rășini epoxidice sau mortare speciale: pentru fisuri.
- Ancorări suplimentare: cu stâlpi metalici, șuruburi de sol sau piloți.
- Refacerea drenajului și protecția la eroziune: gabioane, rigole etc.

3. Mentenanță periodică

- Verificarea verticalității stâlpilor
- Inspectarea fisurilor sau tasărilor
- Controlul protecției anticorozive (la stâlpi metalici)
- Întreținerea zonei de fundație (vegetală și hidrologică)

Observații:

- La LEA de peste 110 kV, lucrările trebuie executate doar de firme autorizate ANRE.
- Fundațiile pentru stâlpi de 400 ÷ 750 kV sunt complexe, implicând proiectare structurală avansată.
- Orice intervenție trebuie să țină cont de normele tehnice (Normativ I7, PE 101, STAS relevante).

II.1 Fundaţii clasice şi forate pentru linii electrice aeriene de 0,4 ÷ 750 kV

Fundațiile pentru liniile electrice aeriene (LEA) sunt elemente esențiale pentru stabilitatea și durabilitatea stâlpilor de susținere a conductoarelor. Alegerea tipului de fundație depinde de o serie de factori, precum: tensiunea liniei (0,4 – 750 kV), tipul stâlpului (metalic, din beton, lemn), natura terenului, adâncimea înghețului, sarcinile transmise de stâlp etc.

Iată o prezentare generală a fundațiilor clasice și forate pentru LEA în intervalul 0,4 ÷ 750 kV:

Fundații clasice

Acestea sunt cele mai utilizate în cazul stâlpilor de joasă și medie tensiune (0,4 – 110 kV), dar pot fi adaptate și pentru tensiuni mai mari, cu anumite modificări.

1. Fundații izolate (individuale)

- Descriere: fiecare picior al stâlpului are o fundație separată.
- Materiale: beton simplu sau armat.
- Exemple: stâlpi de beton centrifugat sau metalici.
- Avantaje: execuție simplă, costuri relativ reduse.
- Dezavantaje: necesită mai mult spațiu, sensibilitate la deplasări diferențiale ale terenului.

2. Fundații cu radier general

- Descriere: o placă de beton care preia sarcinile întregului stâlp.
- Folosit la: soluri cu capacitate portantă redusă.
- Avantaje: distribuție uniformă a sarcinilor.

3. Fundații tip „talpă și picior”

- Descriere: talpa din beton preia sarcina verticală, piciorul preia momentele și forțele orizontale.
- Folosite pentru: stâlpi metalici sau din beton armat.

Fundații forate (piloți)

Utilizate preponderent la LEA de înaltă și foarte înaltă tensiune (110 – 400 – 750 kV), mai ales în soluri slabe sau când terenul are o capacitate portantă scăzută.

1. Piloți forati cu tubaj (betonați in-situ)

- Execuție: foraj mecanic, introducerea armăturii, turnarea betonului.
- Diametre uzuale: 500 – 1500 mm.
- Adâncimi: până la 20 – 30 m, în funcție de teren.
- Avantaje: pot prelua sarcini mari, adaptabili la condiții geotehnice dificile.

2. Piloți forați cu burghiu elicoidal continuu (CFA)

- Execuție rapidă, vibrații reduse.
- Folosit la: zone urbane, terenuri instabile.

3. Piloți prefabricați (bătuți)

- Mai rar folosiți la LEA din cauza vibrațiilor la instalare.

Criterii de alegere a tipului de fundație

1. Nivelul de tensiune al liniei:

- Joasă (0,4 kV) – fundații simple, de mică adâncime.
- Înaltă (110 – 400 – 750 kV) – fundații complexe, adesea forate.

2. Tipul de stâlp:

- Beton – necesită prinderi fixe, adâncimi medii.
- Metalic – poate necesita fundații rigide sau articulate.

3. Tipul solului:

- Bun (nisipos, argilos consistent) – fundații clasice.
- Slab (mlăștinos, argilă moale) – fundații forate/piloți.

4. Adâncimea înghețului: trebuie depășită pentru stabilitate.

- Tehnologia de montaj a fundațiilor pentru liniile electrice aeriene (LEA)

Proiectarea fundațiilor pentru liniile electrice aeriene (LEA)

Proiectarea fundațiilor pentru liniile electrice aeriene (LEA) este un subiect esențial în ingineria energetică și geotehnică. Aceste fundații trebuie să asigure stabilitatea stâlpilor în condiții diverse de sol și climă, rezistând la sarcini verticale și orizontale (vânt, gheață, tensiuni ale conductorilor etc.).

1. Clasificare generală a fundațiilor pentru LEA:

A. Fundații clasice (de suprafață sau semi-îngropate):

- Tip pahar (monobloc de beton armat în care se fixează stâlpul);
- Tip picioare izolate (când stâlpul are mai mulți montanți);
- Tip radier (pentru stâlpi foarte înalți sau soluri slabe).

Avantaje:

- Execuție relativ simplă;
- Bună pentru soluri cu capacitate portantă mare.

Dezavantaje:

- Volum mare de săpătură;
- Timp de execuție mai lung.

B. Fundații forate (fundații adânci):

- Piloți forați (cu sau fără tubaj);
- Piloți prefabricați bătuți (rar utilizați la LEA, mai ales în zone urbane);
- Barete sau coloane de beton armat.

Avantaje:

- Ocupă mai puțin spațiu;
- Se pot folosi în soluri dificile (argile moi, umpluturi, terenuri aluvionare).

Dezavantaje:

- Necesită utilaje speciale;
- Costuri mai mari per unitate de fundație.

2. Criterii de proiectare:

A. Sarcinile care acționează asupra fundației:

- Greutatea proprie a stâlpului;
- Tensiunile transmise de conductoare;
- Sarcini climatice (vânt, zăpadă, gheață);
- Eforturi dinamice (cutremure, vibrații);
- Forțe de tracțiune.

B. Condițiile de teren:

- Natura solului (argilos, nisipos, stâncos);
- Nivelul apei freatice;
- Capacitatea portantă;
- Gradul de îngheț-dezgheț;
- Posibilitatea de alunecări sau tasări.

3. Elemente de dimensionare:

Pentru fundații clasice:

- Calculul volumului de beton;
- Adâncimea de fundare (min. 1.2 – 1.5 m, în funcție de îngheț);
- Verificarea la răsturnare și la alunecare;
- Armătura necesară pentru preluarea momentelor.

Pentru fundații forate:

- Diametrul și adâncimea piloților;
- Numărul de piloți necesari;
- Conlucrarea piloților cu stâlpul (capitel sau bloc de coronament);
- Calculul forțelor axiale și laterale.

4. Exemple de utilizare:

Tip stâlp	**Sol dur**	**Sol slab**
Metalic zăbrelit	Fund. pahar	Piloți forați
Beton armat	Fundație izolată	Barete + radier
Lemn (rar)	Fundație simplă	Înlocuire cu beton

Iată o prezentare detaliată a etapelor pentru execuția fundațiilor clasice și forate pentru liniile electrice aeriene (LEA), cu accent pe lucrările de rame, cofraje, armare și betonare:

1. Rame și trasarea fundației

Scop: Definirea poziției exacte a fundației în teren.

Etape:

- Se face trasarea în teren a poziției stâlpilor conform planului de execuție.
- Se montează rame de trasare (de obicei din lemn), care indică conturul săpăturii.
- Se verifică alinierea și verticalitatea cu ajutorul nivelei și teodolitului.

2. Săpătura fundației

Fundații clasice:

- Săpătura se face manual sau mecanizat în funcție de adâncimea și dimensiunile fundației.
- Se asigură talpa curată, fără pământ afânat sau apă (se drenează dacă e cazul).

Fundații forate:

- Se folosesc utilaje de foraj (ex: foreze sau carotiere).
- Se realizează găuri cilindrice cu diametre și adâncimi conform proiectului.
- În cazuri de terenuri slabe, se utilizează tuburi de protecție pentru pereți.

3. Cofrarea

Fundații clasice:

- Cofrajele sunt realizate din panouri de lemn, metal sau panouri speciale de cofraj.
- Se fixează cu suporturi sau distanțiere pentru a rezista presiunii betonului.

Fundații forate:

- De regulă, nu necesită cofraj dacă găurile forate sunt stabile.
- Dacă pereții nu se mențin, se pot folosi tuburi metalice sau PVC ca cofraje permanente.

4. Armarea (ferparea)

- Se montează cagele de armătură confecționate conform planului de armare.
- Pentru stâlpii LEA, armarea are rol de rezistență și legătură cu priza de pământ.
- Se utilizează bare din oțel beton (OB37, PC52 etc.) și se leagă cu sârmă de legat.
- Se montează distanțieri pentru a asigura acoperirea minimă de beton.

5. Betonarea

Fundații clasice:

- Se toarnă betonul în cofraj, în straturi, cu vibrare.
- Se folosește beton de clasă minim C16/20 sau superior, în funcție de solicitări.
- Se face vibrarea betonului pentru a elimina golurile de aer.

Fundații forate:

- Betonul se introduce cu tub tremie sau direct din pompă.
- Se asigură o turnare continuă pentru a evita segregarea.
- Dacă există apă în foraj, se pot folosi betoane speciale (antilavabile).

6. Întreținerea betonului

După turnare, betonul se protejează împotriva uscării rapide:

- Udare regulată
- Acoperire cu folie sau pânză

Decofrarea se face după întărirea betonului (minim 2–3 zile, în funcție de vreme).

MODEL PLAN DE LUCRĂRI – Fundație stâlp LEA

Proiect: Fundație stâlp LEA 20 kV – Tip fundație: Clasică / Forată

Locație: [Completează]

Beneficiar: [Completează]

Data începerii lucrărilor: [Completează]

Etapele lucrării:

1. Pregătirea amplasamentului
   - Curățarea terenului.
   - Trasarea poziției fundației cu rame.
   - Verificare cotă teren natural.
2. Săpătura fundației
   - Săpătură mecanizată/manuală până la cota de fundare.
   - Pentru forate: realizarea forajului vertical cu tubaj dacă e necesar.
3. Montare cofraj (pentru fundații clasice)
   - Cofraj lemn/metalic pe forma fundației.
   - Verificare verticalitate, stabilitate.
4. Armare
   - Montaj armătură conform planului de armare.
   - Asigurare distanțieri pentru acoperire cu beton.
5. Betonare
   - Beton turnat în cofraj sau în foraj.
   - Vibrare și compactare.
   - Protecție contra evaporării rapide.
6. Decofrare și curățenie
   - Decofrare după minim 2–3 zile.

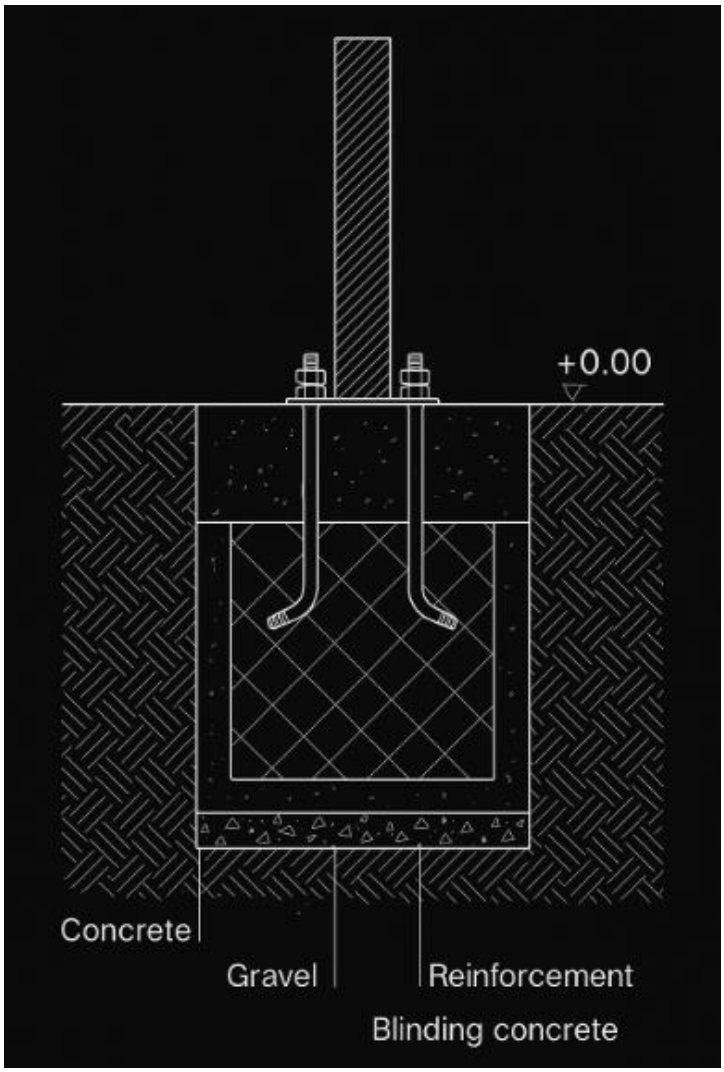
- Curățarea amplasamentului.

7. Montaj stâlp și legături
    - Fixarea stâlpului în fundație (cu eclise, șuruburi de ancoraj, etc.).
    - Turnare beton de completare dacă e cazul.

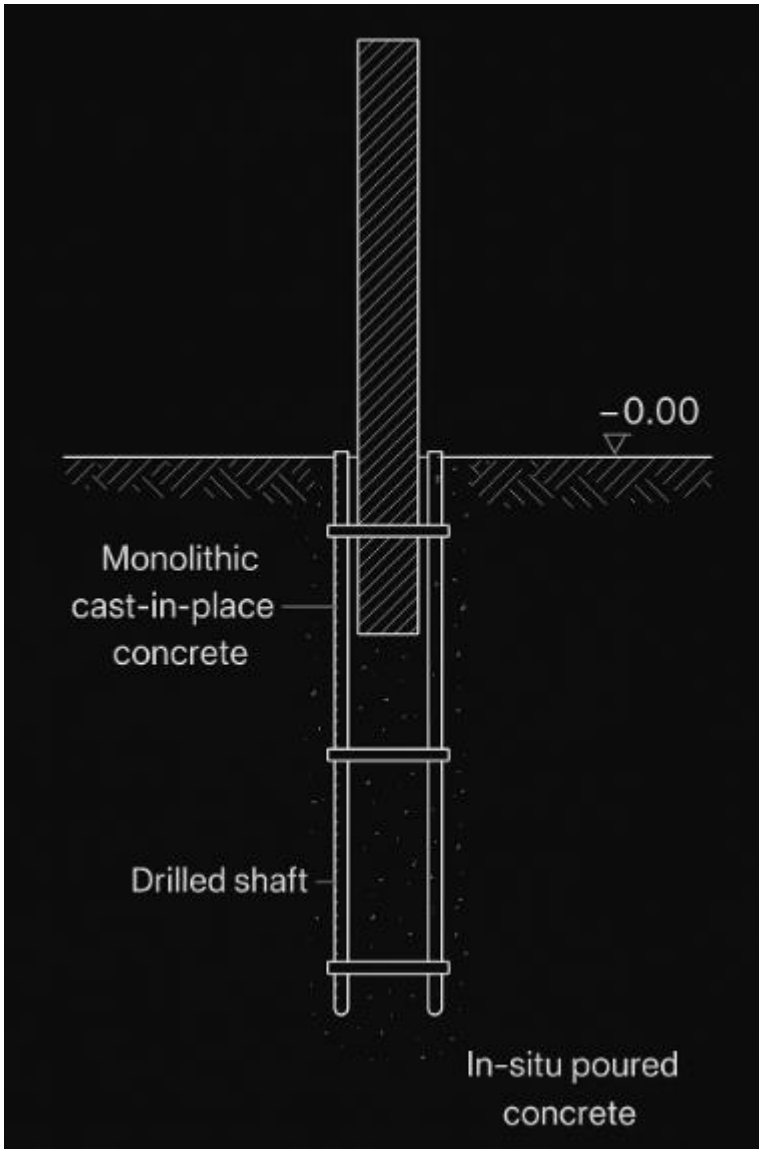
Materiale:

- Beton C20/25
- Oțel beton OB37/PC52 – diametre conform proiect
- Tuburi protecție (pentru forate)
- Cofraj lemn/metal

Fundație clasică – bloc din beton cu armătură + șuruburi de ancorare:



Fundație forată – foraj cu armare și beton monolit turnat în situ:



Tehnologia de montaj a fundațiilor pentru liniile electrice aeriene (LEA)

Tehnologia de montaj a fundațiilor pentru liniile electrice aeriene (LEA) de joasă și înaltă tensiune (0,4 ÷ 750 kV) variază în funcție de tipul terenului, de tipul de stâlp utilizat și de tensiunea liniei. Iată o prezentare generală a procesului și tehnologiilor implicate:

1. Tipuri de fundații utilizate

Fundațiile trebuie să asigure stabilitatea mecanică a stâlpilor în orice condiții atmosferice. Tipurile uzuale sunt:

- Fundații tip pahar (monobloc sau prefabricate) – pentru stâlpi metalici sau din beton armat.
- Fundații tip piloți forați sau bătuti – în zone cu soluri slabe sau instabile.
- Fundații pe radier – în special pentru terenuri nisipoase sau în zone cu nivel freatic ridicat.
- Fundații ancorate – pentru stâlpi de întindere sau ancorare.

2. Etapele principale ale montajului fundației

2.1. Studii preliminare

- Studiu geotehnic pentru determinarea capacității portante a terenului.
- Ridicare topografică a traseului.
- Determinarea tipului de stâlp și a înălțimii acestuia în funcție de traseu.

2.2. Trasarea fundației

- Marcarea poziției exacte pe teren conform planului de execuție.
- Așezarea bornelor de trasare (pentru gabarit și centrare).

2.3. Săpătura

- Se execută manual sau mecanizat, în funcție de adâncimea și forma fundației.
- Se asigură protecția malurilor dacă este necesar (cofraje, sprijiniri).

2.4. Armarea și cofrarea

- Se montează armătura conform proiectului (bare longitudinale, etrieri etc.).
- Se instalează cofrajele dacă fundația nu este turnată direct în sol.

2.5. Turnarea betonului

- Beton de clasă adecvată (de regulă C20/25 sau superior pentru tensiuni mai mari).
- Vibrarea betonului pentru eliminarea golurilor de aer.
- Curing (udare/menținere umiditate) pentru minim 7 zile.

2.6. Montajul elementelor prefabricate (dacă este cazul)

- Fixarea stâlpului în fundație cu ajutorul bolțurilor sau cuplajelor.

3. Particularități în funcție de tensiune

Tensiune (kV)	Tip fundație (exemplu)	Observații
0,4 – 20 kV	Pahar mic, bază de beton simplă	Executat rapid, cost redus
110 – 220 kV	Fundație pahar mare, eventual cu ancore	Se cere armare superioară
400 – 750 kV	Fundație multiplă cu piloți sau radier	Necesită proiect complex, studii ample

4. Alte aspecte tehnice importante

- Legarea la pământ a fundației – obligatorie pentru siguranță (cu platbande de oțel zincat).
- Protecția anticorozivă – în special în zone umede sau soluri agresive.
- Controlul calității betonului și armăturii – prin teste de laborator (probeton, buletine de analiză).

Exemplu: Fundație pentru stâlp metalic LEA 110 kV în zonă mlăștinoasă

1. Alegerea tipului de fundație

Într-un teren cu capacitate portantă redusă, soluția optimă este fundația cu piloți forați sau radier + piloți.

Detalii:

- Număr de piloți: 4-8, în funcție de calculul structural.
- Diametru piloți: 500–800 mm.
- Adâncime: 6–12 m (până la strat portant stabil).
- Beton: C25/30 sau mai bun.
- Stâlp: de obicei metalic (tip trunchi de piramidă, zăbrelit).

2. Etapele tehnologice de montaj

2.1. Organizarea șantierului

- Realizare drum de acces temporar (chiar pe pontoane dacă zona e foarte moale).
- Pomparea apei sau drenaj temporar.
- Amplasare macarale sau foreze speciale pe platforme consolidate.

2.2. Trasare & pregătire

- Se marchează pozițiile viitorilor piloți cu precizie (centrare pe axul stâlpului).
- Se forează piloții cu utilaje speciale (tip Foretă Bauer, Liebherr etc.).
- Se montează carcasele de armătură pentru fiecare pilot (prefabricate, cu etrieri, bare longitudinale, eventual cu armătură de ancorare la cap).

2.3. Betonarea piloților

- Se toarnă betonul imediat după montarea armăturii (cu tub tremie dacă este apă în foraj).
- Vibrarea betonului pentru compactare.
- Capetele de pilot se lasă expuse pentru a fi conectate la radier (se pot realiza "capete de legătură").

2.4. Execuția radierului

- Se sapă stratul superficial (stabilizare cu pietriș dacă e noroios).
- Se montează cofrajul pentru radier (de obicei 3x3 m sau 4x4 m, grosime 60-100 cm).
- Se armează conform proiectului (armătură inferioară, superioară, plase sudate etc.).
- Se montează piesa de ancorare a stâlpului (șuruburi, plăci de bază).

2.5. Turnarea betonului în radier

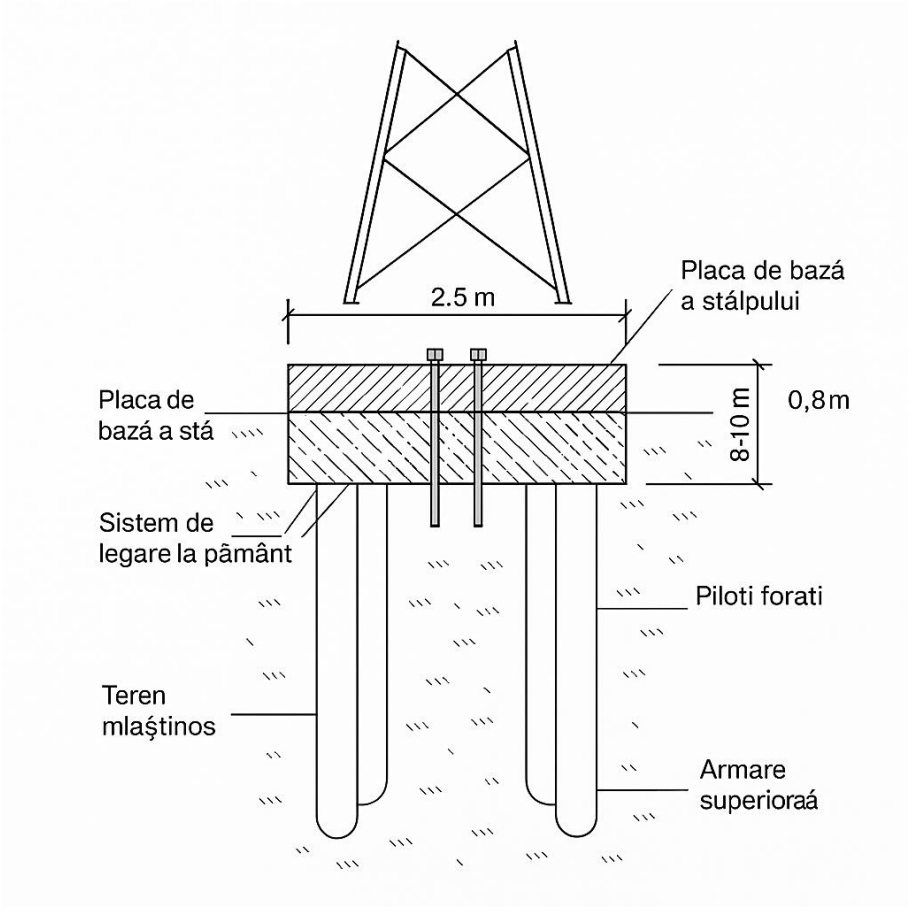
- Beton turnat în masă (C25/30 sau C30/37).
- Vibrare și nivelare.
- Maturarea betonului (min. 7 zile, acoperit sau umezit permanent).

3. Montajul stâlpului

- După întărirea betonului (min. 75% rezistență = aprox. 7–10 zile), se aduce stâlpul pe poziție.
- Se fixează cu macaraua pe placa de ancorare și se strâng șuruburile.
- Se face verificarea verticalității (cu nivela/teodolit).
- Se umple zona din jurul fundației cu material drenabil sau piatră spartă.

4. Protecții speciale

- Legarea la priza de pământ: se conectează armătura și piesele metalice la rețeaua de legare la pământ.
- Protecție anticorozivă: înveliș bituminos, vopsea epoxidică sau acoperire zincată la cald.
- Drenaj permanent: rigole, țevi PVC perforate în jurul radierului.



Exemplu detaliat: Fundație pentru stâlp LEA 110 kV pe teren slab

Date inițiale:

- Tensiune linie: 110 kV
- Tip stâlp: metalic (traseu sau ancoră), tip trunchi piramidal
- Teren: mlăștinos, consistență moale, pânză freatică la < 1,5 m
- Soluție tehnică: Fundație cu piloți forați și radier de beton armat

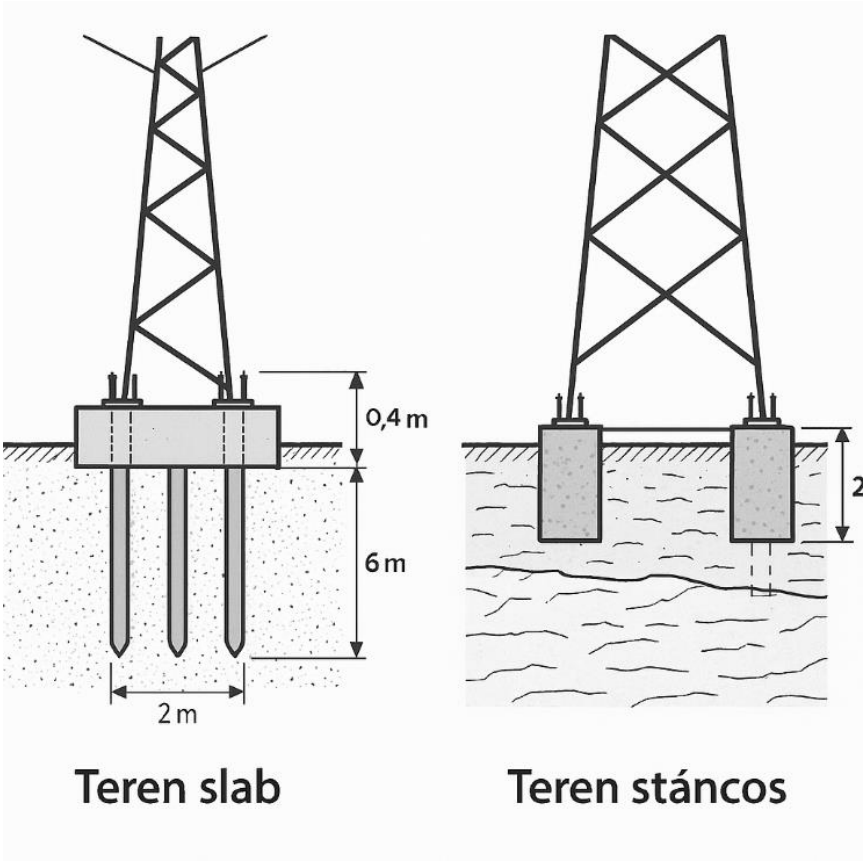
Etapele de execuție:

1. Organizarea de șantier și accesul la amplasament
    - Se construiește un drum provizoriu (din piatră spartă/geotextil), dacă nu există acces.
    - Se montează pompe de drenaj pentru controlul apei freatice.
2. Trasarea fundației
    - Se marchează pozițiile exacte ale piloților (de regulă 4 sau 6 per stâlp).
    - Se poziționează radierul (placa superioară de legătură).
3. Forarea piloților
    - Diametru: 60–100 cm
    - Adâncime: 6–12 m, până la strat portant (de obicei argilă consistentă sau nisip compactat).
    - Se folosesc tuburi de protecție (metalice) pentru a preveni surparea pereților în timpul forării.
4. Armarea piloților
    - Se introduce cușca de armătură (bare longitudinale + etrieri).
    - Se asigură spațierea corectă față de pereții carotei.
5. Turnarea betonului în piloți
    - Beton de clasă superioară: C25/30 sau C30/37, cu aditivi pentru impermeabilitate.
    - Tehnologie tremie (furtun submersibil) dacă există apă în gaură.
    - Vibrator submersibil pentru omogenitate.
6. Execuția radierului (placa de legătură)
    - Se sapă/cofrează o groapă la nivelul solului.
    - Se montează armătura radierului (plase sudate + armare suplimentară în jurul stâlpului).
    - Se ancorează cușca metalică a stâlpului în radier (șuruburi, ancore chimice etc.).
    - Se toarnă radierul din beton armat.
7. Cura betonului și montajul stâlpului
    - Minimum 7 zile de întărire, ideal 14 zile pentru încărcare completă.
    - Se montează stâlpul cu macara, se aliniază vertical.
    - Se verifică nivelul și verticalitatea (cu nivela laser sau teodolit).
8. Lucrări finale
    - Legare la pământ: platbandă de oțel galvanizat conectată la sistemul de protecție.
    - Umplere groapă cu material drenat și compactare în straturi.
    - Refacerea drumului de acces (dacă e temporar).
    - Recepție lucrări (inclusiv buletine beton, teste piloți dacă e cazul).

Observații importante:

- În unele cazuri se poate folosi inclusiv ciment special cu priza rapidă (pentru lucrări în medii umede).
- Dacă terenul este foarte slab, se poate opta pentru fundație pe radier mare plutitor, combinat cu geogrile.

- Este obligatorie verificarea capacității portante a piloților prin test de încărcare, pentru stâlpii de ancorare.



Testarea fundațiilor pentru liniile electrice aeriene (LEA)

Testarea fundațiilor pentru liniile electrice aeriene (LEA) este o etapă esențială pentru a asigura stabilitatea și siguranța stâlpilor de susținere. Fundațiile trebuie să reziste la solicitările mecanice (vânt, gheață, forțe de tracțiune și compresiune din conductori), precum și la condițiile geotehnice ale terenului. Iată un rezumat al metodelor și parametrilor implicați:

Scopul testării fundațiilor LEA:

- Verificarea capacității portante a fundației.
- Confirmarea aderenței între fundație și teren.
- Controlul execuției conform proiectului tehnic.

Tipuri de fundații pentru LEA:

- Fundații de tip pahar (prefabricate sau turnate monolit).
- Fundații forate sau bătute (pentru stâlpi metalici sau de beton).
- Fundații izolate sau continue, în funcție de teren și sarcini.

Metode de testare:

1. Încercare statică la smulgere sau compresiune
    - Se aplică o forță controlată (cu cricuri hidraulice sau alte sisteme) și se măsoară deplasarea.
    - Se face de regulă pe stâlpi de probă sau eșantioane reprezentative.
2. Încercare dinamică
    - Folosită mai rar, presupune aplicarea unui impuls (șoc) și măsurarea răspunsului.
3. Verificare geotehnică (înainte de execuție)
    - Include sondaje, penetrometrii, încercări de laborator ale solului.
4. Controlul execuției fundației
    - Verificarea betonului (rețetă, rezistență), a armăturii, a adâncimii și diametrului gropii.

Parametri urmăriți:

- Deplasarea verticală și orizontală.
- Capacitatea portantă admisă.
- Adâncimea de fundare reală vs. proiectată.
- Rezistența la smulgere (pentru fundații de ancoraj).
- Calitatea materialelor (beton, armătură, sol compactat etc).

Când se face testarea?

- În faza de proiectare (test geotehnic).
- După execuție, înainte de montarea stâlpului (test de verificare).
- Ocazional, în exploatare (la suspiciuni de instabilitate sau în cazul modificărilor).

Model raport de testare a fundației pentru LEA

(Exemplu generic, pentru un stâlp de medie tensiune)

RAPORT DE ÎNCERCARE A FUNDAȚIEI PENTRU STÂLP LEA 20 kV

Nr. ___ / Data: ___

1. Date generale:

Obiectiv: Linia Electrică Aeriană 20 kV, tronson ___

Amplasament: [localitate, județ]

Tip stâlp: [Beton/metal, cod tip ___]

Tip fundație: [pahar monolit/prefabricat, izolat, forat etc.]

Poziția în teren: Stâlp nr. ___, coordonate GPS: ____

2. Documentație utilizată:

Proiect tehnic nr. ___/emis de ___

Normativ I7/2011 – Normativ pentru proiectarea și executarea liniilor electrice aeriene cu tensiuni peste 1 kV

STAS 1243-90 – Încercări la smulgere pentru fundații

3. Condiții geotehnice:

Tip de sol: argilă plastică medie

Nivel apă freatică: 2,4 m

Rezistență convențională la compresiune: 200 kPa

4. Parametri proiectați:

Adâncime fundare: 2,5 m

Dimensiuni gropă: 1,2 x 1,2 m

Beton C20/25, armare Ø12/15 cm

Forță admisibilă la smulgere: 90 kN

5. Metodă de testare:

Încercare statică la smulgere

Echipament utilizat: Cric hidraulic 150 kN, celulă de sarcină, comparatoare milimetrice

Forțe aplicate incremental: 30 kN – 60 kN – 90 kN

Timp de menținere: 5 min / treaptă

6. Rezultate măsurători:

Forță aplicată (kN)	Deplasare verticală (mm)
30	1,2
60	2,7
90	4,4

7. Concluzii:

- Deplasările sunt în limitele admise (<5 mm la 100% sarcină).
- Nu s-au observat crăpături sau instabilități.
- Fundația corespunde cerințelor de proiect și normativelor.

8. Responsabili testare:

Ing. Geotehnician: _____

Reprezentant beneficiar: _____

Executant test: _____

Procedură tehnologică pentru testarea fundației stâlpilor LEA

1. Scop:

Asigurarea conformității fundațiilor pentru stâlpii LEA prin încercări mecanice (smulgere, compresiune, înclinare).

2. Echipamente:

- Cricuri hidraulice (capacitate minim 1,5x sarcina proiectată)
- Celule de sarcină calibrate
- Ceasuri comparator / senzori de deplasare
- Traverse de reacție sau sistem de ancorare în sol
- Cadru de testare (dacă este cazul)

3. Etape de execuție:

a. Pregătire teren:

- Se curăță zona fundației.
- Se montează echipamentele de testare conform planului de forțe.

b. Montaj echipament:

- Se conectează cricul la stâlp/fundație printr-un dispozitiv de tragere.
- Se montează sistemul de reacție (ancore, grinzi, balast).
- Se poziționează senzorii de măsurare verticală și laterală.

c. Aplicare forțe:

- Se aplică forța în trepte egale (de regulă 25%, 50%, 75%, 100%).
- Se menține fiecare treaptă 5-10 min pentru înregistrarea deplasărilor.
- La fiecare treaptă se notează:
  - Valoarea forței
  - Deplasarea verticală
  - Eventuale crăpături/deformări

d. Demontare și verificări finale:

- Se eliberează sarcina treptat.
- Se demontează echipamentele.
- Se verifică vizual fundația.

4. Condiții de acceptare:

- Deplasările să fie sub valorile admise conform proiectului (de regulă <5 mm la sarcina maximă).
- Fără fisuri, tasări, înclinări sau smulgere.

Priza de punere la pământ a fundațiilor pentru linii electrice aeriene (LEA)

Priza de punere la pământ a fundațiilor pentru linii electrice aeriene (LEA) este o parte esențială a sistemului de protecție și siguranță pentru instalațiile electrice, în special pentru cele de medie și înaltă tensiune. Iată o descriere clară și tehnică a acestui element:

Ce este priza de pământ?

Priza de pământ este un ansamblu metalic (de regulă oțel zincat sau cupru) care asigură conexiunea electrică între structura liniei electrice și sol, permițând disiparea în siguranță a curenților de defect sau a supratensiunilor (ex: trăsnet, curent de defect la izolație).

Tipuri de prize de pământ pentru fundațiile LEA:

1. Prize naturale

- Reprezentate de armătura metalică a fundațiilor stâlpilor (beton armat).
- Trebuie să fie bine conectată între ele și cu pământul.
- Trebuie verificată continuitatea electrică.

2. Prize artificiale (suplimentare)

- Bare sau platbande de oțel zincat/cupru introduse în sol (vertical sau orizontal).
- Se folosesc când rezistența prizei naturale nu este suficientă (<10 Ω sau conform normelor locale).

Cerințe tehnice generale

- Rezistența prizei de pământ:

Sub un anumit prag (tipic <10Ω) pentru siguranță și eficiență (valorile exacte depind de tensiune și reglementările locale - de ex. NTE 007/06/00 sau PE 132/2012).

- Materiale uzuale:
  - Oțel zincat (rotund de 10 mm, platbandă 30x4 mm)
  - Cupru (în instalații speciale, mai scumpe, dar mai eficiente)
- Conectarea la stâlp:
  - Se face cu conectori aprobați (sudură aluminotermică sau cleme galvanizate)
  - Continuitate între armătura fundației și priza propriu-zisă

Aplicație practică

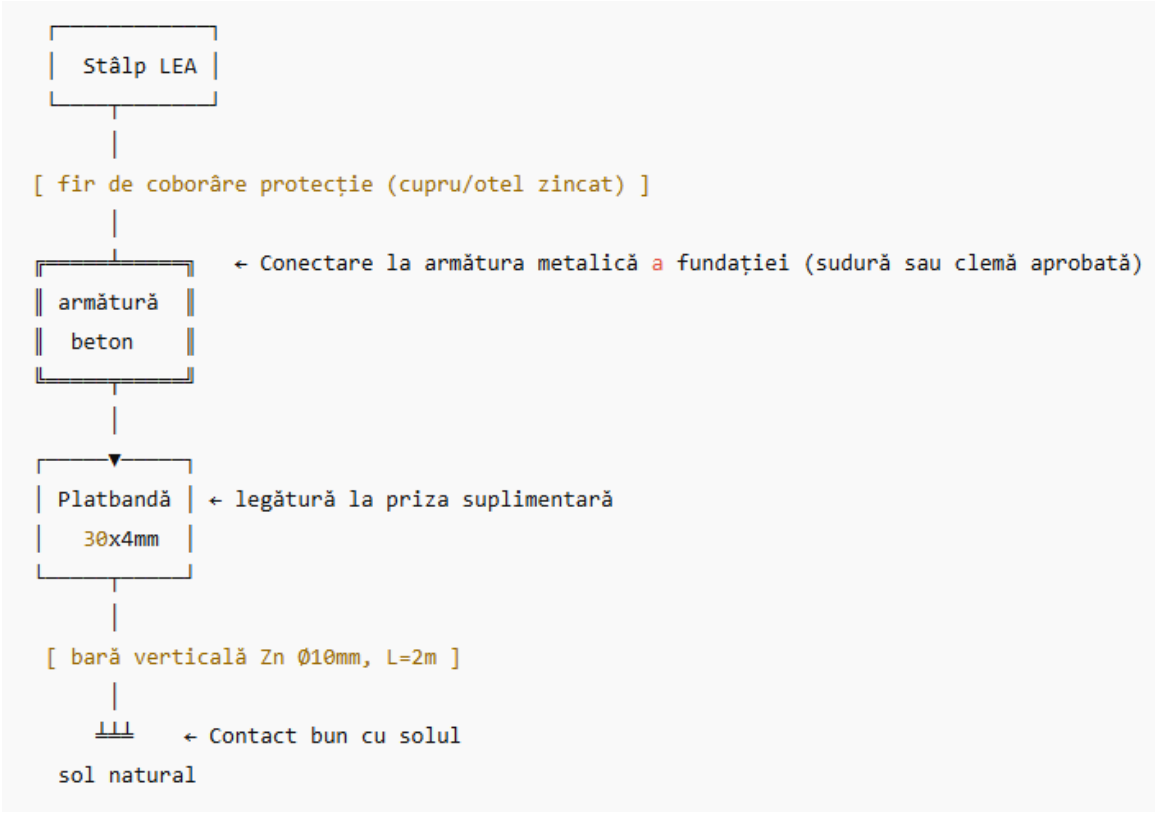
Pentru un stâlp de linie electrică aeriană (de ex. 20 kV):

- Se utilizează armătura fundației ca priza naturală.
- Se adaugă cel puțin o bară verticală de 2 m din oțel zincat dacă solul are rezistență mare.
- Priza se leagă la firul de protecție al liniei (firul de pământ) sau la bobina de pământ a stâlpului.

Detaliu tehnic: Priza de pământ pentru fundația unui stâlp LEA

Configurație tipică:

Pentru un stâlp LEA 20 kV cu fundație de beton armat



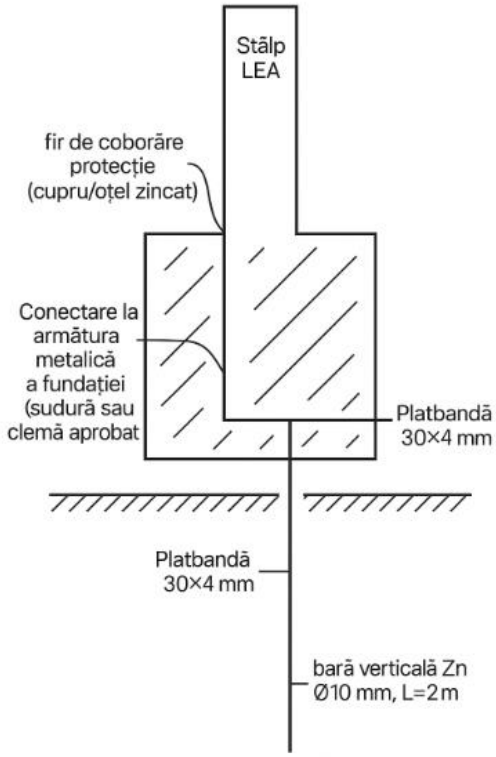
Referințe normative și standarde (România):

🔧 Norme tehnice:

- PE 132/2012 – Normativ pentru proiectarea și executarea instalațiilor de legare la pământ în sistemele electrice
  - [Anexa 2]: Valori maxime admise ale rezistenței prizelor de pământ (ex: 10 Ω pentru medie tensiune)
  - Detaliază tipuri de prize (naturale, artificiale) și metode de măsurare
- NTE 007/06/00 – Normativ tehnic pentru execuția LEA 0.4 - 20 kV cu conductoare torsadate
  - Specifică obligația conectării armăturii stâlpilor la priza de pământ
  - Recomandă adăugarea de prize suplimentare în soluri cu rezistență mare
- STAS 12604-89 – Prize de pământ. Prescripții generale
  - Materiale, geometrie, protecție anticorozivă, metode de verificare
- SR CEI 60364-5-54 / HD 60364-5-54 – Normativ european pentru protecția prin legare la pământ

Recomandări generale:

- Măsurarea rezistenței prizei: folosind metode tip Wenner (4 puncte)
- Protecție mecanică: firul de coborâre protejat în tub PVC sau teacă metalică până la sol
- Întreținere: verificare periodică a continuității electrice și a stării anticorozive



Montajul fundațiilor pentru liniile electrice aeriene (LEA) este o etapă critică în construcția rețelelor electrice, deoarece asigură stabilitatea mecanică și siguranța în exploatare a stâlpilor. Mai jos sunt prezentaţi pașii principali, metodele de execuție și câteva aspecte tehnice esențiale:

Etapele de montaj ale fundațiilor pentru LEA

1. Trasarea amplasamentului stâlpilor
   - Se realizează pe baza proiectului de execuție și planului topografic.
   - Se marchează poziția exactă a fiecărui stâlp.
   - Se verifică accesul utilajelor în teren.
2. Săpătura gropii
   - Manuală: în terenuri dificile sau unde accesul mecanizat nu e posibil.
   - Mecanică (excavator): eficientă și rapidă, pentru majoritatea cazurilor.

📐 Dimensiuni tipice (variază în funcție de tipul stâlpului și înălțime):

   - Adâncime: 1.5 – 3 m
   - Diametru sau laturi: 0.6 – 1.2 m

3. Montarea prizei de pământ (dacă este integrată)
   - Se instalează armătura de legare la pământ în groapă înainte de turnarea betonului.
   - Se leagă de armătura fundației și este scoasă la suprafață pentru conectare ulterioară.
4. Montajul cofrajelor și armăturii
   - Se montează cofrajele (dacă este cazul – unele gropi pot fi turnate direct în pământ).
   - Se instalează armătura metalică, conform proiectului de rezistență.

- Se verifică poziționarea corectă a armăturii și distanta față de margini (pentru protecție la coroziune).

5. Turnarea betonului

- Se folosește beton de clasă corespunzătoare (ex: C16/20 sau C20/25).
- Se vibrează betonul pentru eliminarea golurilor.
- Se lasă la priză minimum 24-48h pentru decofrare, și până la 28 zile pentru rezistența finală.

6. Montajul stâlpului

- După întărirea betonului (sau imediat dacă se folosește fundație prefabricată):
  - Stâlpul se montează cu macara sau manual (la stâlpi ușori).
  - Se aliniază vertical cu nivelă și se fixează provizoriu până la umplerea cu pământ.

7. Umplerea și compactarea gropii

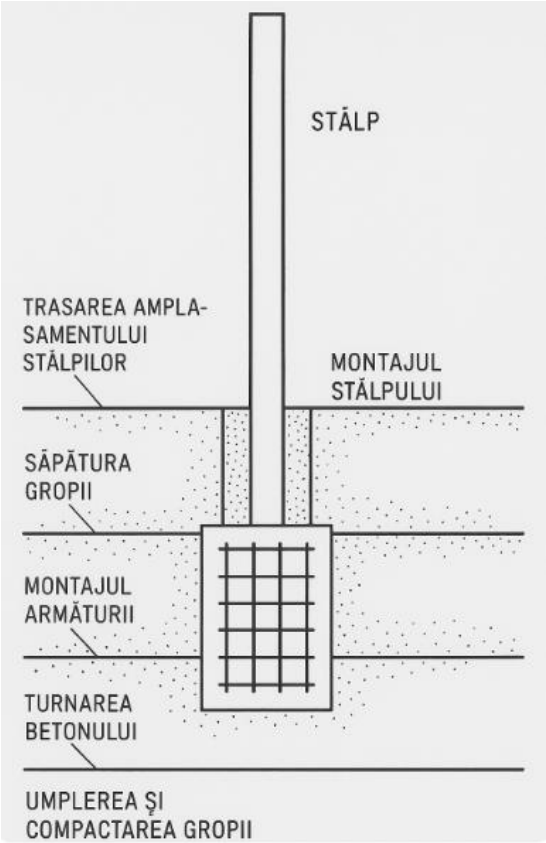
- Se umple groapa cu pământ compactat în straturi de 20-30 cm.
- Se evită tasarea neuniformă, care poate afecta stabilitatea.

Tipuri de fundații pentru LEA

- Fundații monobloc din beton armat (turnate în situ) – cele mai comune.
- Fundații prefabricate – pentru stâlpi ușori și montaj rapid.
- Fundații tip „cu bulb” – utilizate pentru stâlpi în soluri slabe.
- Fundații adânci (piloți) – pentru terenuri dificile sau în zone seismice.

Normative și documentație de referință:

- PE 106/2003 – Normativ pentru proiectarea și executarea LEA 0.4–110 kV
- PE 132/2012 – Normativ prize de pământ și legare la pământ
- STAS 10107-0/90 – Calculul fundațiilor pe teren natural
- Normativ NP 112-2014 – Cod de proiectare fundații



Capitolul III.

Montarea şi repararea stâlpilor pentru liniile electrice aeriene 0,4 ÷ 750 kV

Montarea și repararea stâlpilor pentru liniile electrice aeriene cu tensiuni între 0,4 și 750 kV este o activitate esențială în infrastructura rețelelor electrice. Prezentarea generală a etapelor și aspectelor importante legate de acest proces:

Montarea stâlpilor pentru LEA (Linii Electrice Aeriene)

1. Planificare și proiectare

- Studiu de teren (topografie, geologie, obstacole).
- Alegerea traseului optim și a tipului de stâlp (metalici, din beton, din lemn).
- Calculul distanțelor între stâlpi, gabaritului și sarcinilor mecanice.
- Obținerea autorizațiilor.

2. Tipuri de stâlpi

- Stâlpi din lemn – folosiți mai ales pentru 0,4–20 kV.
- Stâlpi din beton armat sau precomprimat – des utilizați pentru 0,4–110 kV.
- Stâlpi metalici (zincati sau vopsiți) – folosiți pentru 110–750 kV și în zone speciale.

3. Fundația

- Executarea fundației în funcție de tipul de sol și sarcina stâlpului.
- Fundații directe (în groapă) sau fundații speciale (cu piloți, ancore etc.).

4. Montajul stâlpilor

- Transportul și manipularea componentelor.
- Ridicarea stâlpilor cu macarale sau prin metode manuale (pentru stâlpi mici).
- Fixarea în fundație, verticalizarea și ancorarea.

5. Montarea izolației și a conductorilor

- Izolatoare ceramice sau compozite, potrivite pentru tensiunea liniei.
- Conductorii se montează cu ajutorul cablurilor de tragere și troliilor.
- Reglarea întinderii și poziționarea corectă.

Repararea stâlpilor pentru LEA

Situații frecvente de intervenție:

- Stâlpi înclinați sau doborâți (intemperii, accidente).
- Corodare sau deteriorare mecanică.
- Defecțiuni ale izolatorilor sau echipamentelor montate.

Etapele reparației:

1. Evaluarea daunelor – inspecție vizuală și măsurători.
2. Oprirea alimentării (dacă este necesar).
3. Stabilizarea provizorie – ancorare temporară sau susținere cu stâlpi ajutători.
4. Înlocuirea sau consolidarea stâlpului:
   - Se poate face pe loc sau prin demontare și înlocuire.
   - La stâlpi de beton, se pot folosi manșoane metalice sau beton armat suplimentar.
5. Verificări finale și repunerea în funcțiune.

Măsuri de siguranță

- Personal autorizat ANRE și echipat corespunzător (EIP).
- Folosirea echipamentelor de protecție împotriva electrocutării și căderii.
- Semnalizarea zonei de lucru.
- Respectarea procedurilor pentru lucrul la înălțime și în apropierea tensiunii.

Model - Procedură tehnologică: Montarea unui stâlp de beton armat pe LEA 20 kV

1. Date generale

Tip lucrare: Montare stâlp nou pe LEA 20 kV.

Tip stâlp: Beton armat centrifugat, tip SC 10005 (sau similar).

Fundație: Directă, cu talpă armată.

Locație: Teren agricol stabil (exemplu).

Echipa de lucru: 5 muncitori calificați + 1 șef de echipă.

2. Materiale și echipamente necesare

Materiale:

- Stâlp beton SC 10005.
- Șuruburi, piulițe, bride, console metalice.
- Izolatori compozit/porțelan tip suport.
- Conductor tip OL–Al (Oțel–Aluminiu), secțiune 95 mm².
- Beton C20/25 pentru fundare (dacă nu e prefabricat).

Utilaje:

- Macara hidraulică 10–20 t.
- Foreză sau excavator pentru săpătură.
- Autoutilitara cu platformă.
- Troliu mecanic sau electric.
- Echipamente individuale de protecție (casca, centură, mănuși, bocanci, salopetă).

3. Etapele de execuție

a. Marcarea amplasamentului

- Se determină cu GPS sau după planul de execuție.
- Se marchează poziția exactă a gropii.

b. Executarea fundației

- Se sapă o groapă cu dimensiunile: adâncime 2–2,5 m, diametru 0,8–1 m.
- Se montează eventuale cofraje și armături (dacă este fundație turnată).
- Se toarnă betonul (dacă nu se folosesc prefabricate).
- Se lasă la priză minim 48 h (dacă nu e prefabricat).

c. Montarea stâlpului

- Se aduce stâlpul la fața locului și se verifică vizual.
- Cu macaraua, se ridică vertical și se poziționează în groapă.
- Se aliniază vertical cu nivela.
- Se fixează provizoriu cu pene de lemn sau sprijiniri laterale.
- Se betonează (dacă e cazul), compactând în straturi.
- Se verifică din nou verticalitatea.

d. Montarea consolelor și izolatorilor

- Se montează consolele transversale pentru 20 kV.
- Se fixează izolatorii pe console.
- Se verifică înălțimea totală și distanțele față de sol.

e. Montarea conductorului

- Se întinde conductorul între doi stâlpi deja existenți sau proaspăt montați.
- Se folosește troliul pentru întindere și reglare a săgeții (curburii).
- Se fixează conductorul pe izolatori.

f. Verificări finale

- Se face o inspecție vizuală a tuturor elementelor.
- Se verifică contactele, izolarea și fixările.
- Se întocmește proces-verbal de recepție provizorie.

4. Măsuri de securitate

- Se lucrează doar cu linia deconectată și echipament de împământare provizoriu.
- Zona de lucru se delimitează cu bandă vizibilă.
- Se interzice accesul persoanelor neautorizate.
- Se poartă EIP complet pe toată durata lucrărilor.
- Lucrul la înălțime se face cu centuri omologate.

5. Documente întocmite

- Fișa tehnologică.
- Proces-verbal de montaj.
- Proces-verbal de verificare a verticalității.
- Schiță cu poziționarea stâlpului în rețea.
- Recepție lucrări.

Componentele stâlpilor LEA (Linii Electrice Aeriene) cu tensiuni cuprinse între 0,4 kV și 750 Kv

Componentele stâlpilor LEA (Linii Electrice Aeriene) cu tensiuni cuprinse între 0,4 kV și 750 kV variază în funcție de nivelul de tensiune, tipul terenului și tipul stâlpului (metalici, din beton, din lemn etc.). Totuși, în teren, un stâlp de LEA are câteva componente esențiale, comune pentru toate categoriile de tensiune. Iată o structură generală:

Componente principale ale unui stâlp LEA în teren (0,4 – 750 kV):

1. Fundația

Asigură stabilitatea stâlpului.

Tipuri:

- Fundație de beton simplu/armat
- Fundație prefabricată
- Fundație înfiptă (pentru stâlpi metalici de tip trellis)

Caracteristici: adaptată tipului de sol (normal, stâncos, mlăștinos etc.)

2. Stâlpul propriu-zis

Materiale:

- Beton armat (prefabricat sau turnat)
- Oțel (zincat, uneori cu protecție anticorozivă)
- Lemn (pentru linii de joasă tensiune, 0,4 kV)

Tipuri:

- Stâlp de susținere (drept)
- Stâlp de întindere (cu ancoră)
- Stâlp de colț
- Stâlp de branșament

3. Izolatori

Susțin conductoarele și le izolează de stâlp.

Tipuri:

- Izolatori de suspensie (porțelan, sticlă, compozit)
- Izolatori de întindere
- Izolatori de sprijin

Se aleg în funcție de tensiunea liniei.

4. Armături și accesorii metalice

- Cleme de prindere
- Suporturi pentru izolatori
- Ancore
- Console (pentru poziționarea conductoarelor)

5. Conductoare electrice

- Material: de obicei aluminiu, oțel-aluminiu (pentru rezistență sporită)
- Se montează pe izolatori, în funcție de configurație (monofazat, trifazat, dublu circuit etc.)

6. Elemente de protecție și siguranță

- Fir de gardă (la tensiuni medii și înalte)

- Priză de pământ (împământare)
- Plăcuțe de avertizare (pericol de electrocutare)
- Dispozitive de protecție la supratensiune (în unele cazuri)

Particularități în funcție de tensiune

Tensiune	Tip stâlp comun	Izolație	Observații
0,4 kV	Lemn / Beton	Izolatori de sprijin	Utilizat în rețele de distribuție urbană/rurală
20 – 110 kV	Beton / Metalic	Izolatori de suspensie/întindere	Frecvent în rețele regionale
220 – 750 kV	Metalici (tip trellis)	Lanțuri de izolatori	Necesită spațiu mare, zone special dedicate

Montarea și ridicarea stâlpilor LEA (Linii Electrice Aeriene) de la 0,4 kV până la 750 kV este o operațiune tehnologică importantă și complexă, care se face în funcție de tipul de stâlp, de tensiune și de terenul în care se montează. Există două metode principale: ridicare clasică (cu macarale, trolii etc.) și metoda prin „clădire” (asamblare progresivă de la bază în sus, segment cu segment).

1. Metoda clasică de ridicare a stâlpilor

Aceasta este cea mai folosită pentru stâlpii din beton, lemn sau prefabricați metalici și constă în ridicarea integrală a stâlpului și introducerea lui în fundație.

🔧 Etape principale:

Realizarea fundației:

- Săparea gropii (manual sau mecanizat)
- Cofraj, armare și turnare beton
- Timp de întărire: min. 7 zile

Aducerea și pregătirea stâlpului:

- Se livrează în locație cu transport special
- Se montează accesoriile de bază (console, izolatori dacă e posibil)

Ridicarea stâlpului:

Metode:

- Macara hidraulică
- Troliu cu palan și scripete
- Derapaj pe role și ridicare cu pârghii (cazuri rurale)

Se ridică vertical și se coboară în fundație

Fixarea în fundație:

- Se aliniază, se plombează cu beton / bolovani / pietriș
- Se verifică verticalitatea

Montaj final al echipamentelor

- Se montează restul de izolatori, conductoare, prize de pământ

✓ Se folosește la stâlpi de 0,4 kV – 110 kV, dar și pentru unii de 220 kV prefabricați.

2. Metoda prin „clădire" (asamblare segmentată)

Această metodă este folosită în special pentru stâlpii metalici de înaltă/foarte înaltă tensiune (220 kV – 750 kV), de tip „treillis" (zincat, grinzi metalice).

🔧 Etape principale:

Realizarea fundației complexe:

- Fundații adânci, cu plăci de ancorare
- În zone dificile: fundații piloți sau radiare

Montajul pe sol al tronsoanelor

Se asamblează modulele de jos în sus:

- Trunchi
- Brațe
- Vârf

Se folosesc bolțuri, plăci, suduri (uneori)

3. Ridicarea segmentată (prin „clădire")

- Se montează baza în fundație
- Fiecare tronson este ridicat cu trolii sau macarale și fixat la cel anterior
- Se lucrează cu echipe la înălțime, platforme sau elicoptere (în zone greu accesibile)

4. Montaj echipamente

- Se instalează izolatori, conductoare, fir de gardă
- Se montează prize de pământ și sisteme de protecție

✓ Avantaje:

- Se poate face în terenuri greu accesibile
- Necesită mai puțin echipament greu în teren

🔄 Comparație rapidă

Caracteristică	Metoda Clasică	Metoda prin Clădire
Tip stâlp	Lemn, beton, prefabricat	Metalic (treillis)
Tensiune	0,4 – 110 kV	110 – 750 kV
Mod ridicare	Macara / troliu	Segment cu segment
Teren necesar	Relativ accesibil	Inclusiv greu accesibil
Timp montaj	Mai scurt	Mai lung, mai complex
Necesități de personal	Mediu	Înalt (echipe specializate)

Exemplu: Montarea unui stâlp LEA 110 kV metalic în zonă de deal

Condiții generale:

Teren: înclinat, dar accesibil utilajelor medii

Tensiune: 110 kV (medie-înaltă tensiune)

Stâlp: metalic, zăbrelit („treillis”), din tronsoane

Tip stâlp: de susținere (vertical)

Etapele detaliate ale montajului (prin clădire)

1. Organizarea de șantier
   - Se face drumul tehnologic temporar (dacă e cazul)
   - Se aduce utilajul: macarale ușoare, trolii, platforme, generator electric
2. Execuția fundației
   - Se marchează poziția stâlpului (cu GPS/clasor topografic)
   - Se sapă manual/mecanic gropile pentru picioare (4 puncte)
   - Se toarnă fundații individuale de beton armat (fiecare picior are o bază proprie)
   - Se montează plăcile de bază și ancorele pentru fixarea picioarelor stâlpului
   - Se lasă 7–10 zile pentru întărire
3. Asamblarea tronsoanelor
   - Se aduc tronsoanele stâlpului (bază, mijloc, vârf) la fața locului
   - Se montează pe sol:
   - Se fixează cu șuruburi de înaltă rezistență
   - Se verifică alinierea și diagonalele
4. Ridicarea prin „clădire”
   - Se montează tronsonul de bază pe fundații și se fixează cu șuruburi

- Se folosește o schelă metalică temporară sau troliu pentru a ridica următorul tronson
- Se aliniază și se prinde de cel anterior
- Se repetă până la vârful stâlpului

📌 Fiecare tronson poate avea între 4 și 6 metri lungime, iar stâlpul poate ajunge la 30–35 m.

5. Montarea echipamentelor

Se montează:

- Izolatorii de suspensie (sticlă sau compozit)
- Consolele pentru conductoare
- Firul de gardă (dacă e cazul, pe vârf)
- Prizele de pământ – conectate la fiecare picior al stâlpului

Se instalează plăcuțe de avertizare și de identificare

6. Verificare și punere în funcțiune

- Se face verificare mecanică și electrică
- Se face împământarea temporară de protecție
- Se întind conductoarele și se conectează
- Se eliberează șantierul, se reface terenul

Utilaje și echipamente implicate:

- Macara ușoară / troliu
- Schelă sau platformă de lucru
- Trusă de măsură pentru aliniere
- Generator, scule electrice
- Mijloace de protecție (echipamente individuale)

Notă practică:

În zonele greu accesibile (fără drum), uneori se folosește elicopter pentru montajul vârfului stâlpului sau scripete tras de pe dealuri opuse pentru întinderea conductoarelor.

Lucru la stâlp – Linii Electrice Aeriene (LEA)

1. Tipuri de lucrări executate la stâlp

a) Lucrări de montaj

- Ridicarea și fixarea stâlpilor (din beton, metalici sau din lemn)
- Montarea consolelor, izolatorilor, armăturilor
- Întinderea și fixarea conductorilor (fază + nul)

- Montarea separatoarelor, transformatoarelor sau cutiilor de derivație

b) Lucrări de întreținere

- Verificare izolație
- Înlocuire de conductori uzați
- Strângere sau înlocuire șuruburi/cleme
- Curățarea de vegetație sau depuneri

c) Lucrări de remediere/urgență

- Înlocuirea componentelor deteriorate în urma furtunilor
- Reconectări după căderi de tensiune
- Intervenții în caz de scurtcircuite sau avarii

2. Etape generale ale intervenției

A. Pregătirea lucrării

1. Permis de lucru – emis de responsabilul cu securitatea muncii
2. Verificarea documentației – planuri, schițe, trasee ale LEA
3. Stabilirea echipei și responsabilităților
4. Obținerea întreruperii tensiunii, dacă se lucrează fără tensiune

B. Asigurarea zonei de lucru

- Semnalizare și delimitare zonă
- Izolarea zonei de lucru (dacă e în spațiu public)
- Montare garduri temporare, panouri de avertizare etc.

C. Efectuarea lucrării

- Urcarea pe stâlp (cu centură și coardă de siguranță)
- Folosirea sculelor izolate (sau a prăjinilor izolatoare)
- Montaj / demontaj / reparare
- Verificare vizuală și testare dacă e cazul

D. Finalizarea și repunerea sub tensiune

- Verificare legături
- Închiderea circuitului
- Test de continuitate și izolație
- Semnături pe procesul verbal de terminare

3. Lucru sub tensiune (LST) – doar pentru personal specializat!

În cazul în care întreruperea alimentării nu este posibilă, se folosește metoda LST. Necesită:

- Instruire LST (autorizare specială ANRE sau operator de rețea)
- Echipamente LST (costume conductive, prăjini speciale, platforme izolatoare)
- Proceduri stricte pentru evitarea arcului electric sau electrocutării

4. Echipamente necesare – detaliat

Tip echipament	Exemplu
Protecție cap	Cască cu jug + vizieră
Protecție mâini	Mănuși electroizolante (clasă 00 - 3, după tensiune)
Centură anticădere	Cu două carabiniere, linie de viață
Încălțăminte	Bocanci cu talpă antiderapantă și izolantă
Unelte izolate	Chei, clești, șurubelnițe izolate 1000V
Detector de tensiune	Pentru verificarea lipsei de tensiune
Prăjină izolantă	Pentru comenzi la distanță pe MT sau IT

5. Riscuri și măsuri de prevenție

Risc potențial	Măsură de prevenție
Electrocutare	Lucru fără tensiune sau echipamente LST adecvate
Cădere de la înălțime	Centură anticădere, platforme stabile, nacelă
Arsură electrică	Haine ignifuge, mănuși și ochelari
Prăbușirea stâlpului	Verificare fundație/stabilitate
Obiecte căzătoare	Delimitare zonă + cască + vestă reflectorizantă

Pentru lucrul la stâlp în cazul electricienilor care lucrează pe linii electrice aeriene, este esențial să fie respectate **normele de protecție a muncii și echiparea corespunzătoare**. Mai este prezentată o listă cu echipamentele de lucru și de securitate și sănătate în muncă (SSM) specifice pentru această activitate:

Echipamente individuale de protecție (EIP)

1. Cască de protecție dielectrică
   - Rezistentă la șocuri și tensiuni electrice (până la 1000 V sau mai mult, în funcție de tip).
   - Cu jug sau subbărbie pentru fixare stabilă.
2. Mănuși electroizolante
   - Clasificate pe clase de tensiune (ex: clasa 00 până la clasa 4).
   - Se folosesc împreună cu mănuși de protecție mecanică (peste cele izolante).

3. Încălțăminte de protecție electroizolantă
   - Cu talpă antiderapantă și rezistență electrică.
   - Preferabil model de tip „gheată” pentru stabilitate la urcarea pe stâlp.
4. Haine de lucru ignifuge și antistatice
   - Salopete sau compleuri (pantalon + bluză/jachetă) din materiale rezistente la arc electric și scântei.
5. Centură de siguranță / Ham anticădere complet (EIP anticădere)
   - Cu lonjă reglabilă, prindere dorsală și ventrală.
   - Cabluri de prindere cu absorbitor de energie.
   - Elementele trebuie să fie conforme cu normele EN 361, EN 354, EN 355.
6. Ochelari de protecție sau vizieră dielectrica
   - Împotriva scânteilor și particulelor.
7. Protecție auditivă, dacă se folosesc echipamente zgomotoase (ex: generatoare, scule electrice).

Echipamente colective de protecție (ECP)

1. Barieră de protecție a zonei de lucru
   - Pentru delimitarea perimetrului și prevenirea accesului neautorizat.
2. Scări izolante / Platforme de lucru dielectrice
   - Scări din fibră de sticlă pentru acces pe stâlp.
   - Trebuie să respecte standardele de lucru sub tensiune.
3. Dispozitive de urcare pe stâlp (crampoane / scări speciale)
   - Cu sistem de fixare și centrare.
   - Obligatoriu utilizate împreună cu sistemul anticădere.
4. Sisteme de blocare și semnalizare a întreruperii alimentării cu energie electrică
   - Lock-out/tag-out.

Alte echipamente / documente necesare

- Trusă de prim ajutor specifică pentru echipele mobile.
- Detector de tensiune înainte de începerea lucrului.
- Instrumente izolate, conforme cu standardele VDE.
- Permis de lucru sub tensiune, dacă se intervine fără scoatere de sub tensiune.
- Plan de salvare în caz de accident la înălțime (inclusiv trusă de salvare și echipamente de coborâre).

Model - Procedură de lucru în condiții de securitate și sănătate în muncă
Pentru activități desfășurate la stâlp – electricieni LEA

1. Scopul procedurii

Această procedură stabilește măsurile necesare pentru prevenirea accidentelor de muncă și asigurarea sănătății lucrătorilor care execută lucrări la înălțime, pe stâlpii liniilor electrice aeriene (LEA), în condiții de siguranță.

2. Domeniu de aplicare

Se aplică tuturor lucrătorilor autorizați care desfășoară activități de instalare, întreținere, reparații sau verificări pe stâlpi ai rețelelor electrice aeriene.

3. Responsabilități

- Coordonator SSM: se asigură că toți lucrătorii sunt instruiți, echipați și autorizați.
- Șef de echipă: verifică echipamentele, organizează activitatea, asigură perimetrul și supraveghează intervenția.
- Electrician executant: respectă măsurile SSM, utilizează echipamentele EIP și ECP, semnalează eventualele pericole.

4. Documente obligatorii înainte de începerea lucrării

- Fișa individuală de instruire SSM actualizată
- Permis de lucru la înălțime
- Permis de lucru sub/supra tensiune (după caz)
- Plan de lucru zilnic
- Aviz medical apt pentru lucru la înălțime

5. Etapele de lucru în siguranță

5.1. Pregătirea lucrării

- Se delimitează zona de lucru (conuri, bandă de avertizare).
- Se întrerupe alimentarea cu energie electrică și se verifică absența tensiunii cu un detector omologat.
- Se instalează semnalizarea de siguranță și/sau echipamentele de împământare (după caz).
- Se verifică integritatea stâlpului și stabilitatea structurii.

5.2. Echiparea lucrătorilor

- Se verifică și se poartă echipamentele EIP: cască dielectrică, ham anticădere, lonjă cu absorbitor, mănuși electroizolante, încălțăminte izolantă, ochelari, îmbrăcăminte ignifugă.
- Se verifică starea echipamentelor înainte de folosire.

5.3. Accesul pe stâlp

- Se folosesc scări sau dispozitive speciale de urcare, conforme cu standardele.
- Urcarea se face cu asigurare continuă (lonjă de siguranță prinsă de structură).
- Nu se transportă scule în mână – se folosesc genți sau frânghii de ridicare.

5.4. Executarea lucrării

- Se lucrează numai cu scule izolate.
- Se menține comunicarea cu echipa de la sol.
- În cazul lucrului sub tensiune, se respectă procedurile speciale, folosind EIP corespunzătoare (ex: ecranare, mânuși și scule pentru lucrări sub tensiune).

5.5. Coborârea și încheierea activității

- Se coboară în siguranță, cu asigurare continuă.
- Se adună echipamentele și se predau pentru verificare.
- Se completează fișa de lucru și raportul de intervenție.

6. Măsuri de prim ajutor și intervenție
   - Trusă de prim ajutor accesibilă la fața locului.
   - Echipă desemnată pentru intervenție în caz de accident la înălțime.
   - Plan de salvare disponibil (cu trusă de salvare la înălțime, dispozitiv de coborâre, etc.).
7. Interdicții stricte
   - Este interzis lucrul fără echipament complet de protecție.
   - Este interzisă urcarea pe stâlp fără autorizare medicală și instruire SSM.
   - Este interzis lucrul în condiții meteo nefavorabile (furtună, vânt puternic, ploaie).
8. Revizuirea procedurii

Procedura se revizuiește anual sau ori de câte ori apar modificări legislative sau tehnologice relevante.

Asamblarea stâlpilor metalici

Asamblarea stâlpilor metalici pentru linii electrice aeriene este o etapă esențială în construcția și întreținerea rețelelor electrice de medie și înaltă tensiune. Iată un rezumat al pașilor principali și a aspectelor de care trebuie ținut cont în procesul de asamblare:

Etape principale ale asamblării stâlpilor metalici

1. Pregătirea terenului și fundației
   - Se face trasarea exactă a poziției stâlpilor pe teren, conform proiectului.
   - Se sapă fundația, care poate fi tip pahar (prefabricată) sau turnată la fața locului.
   - Se montează ancorele, plăcile de bază sau alte elemente de fixare.
2. Recepția și verificarea componentelor
   - Se verifică dacă toate elementele metalice (tronsoane, bride, șuruburi, piulițe, etc.) corespund proiectului.
   - Se controlează eventuale defecte mecanice sau de protecție anticorozivă (ex. zincare).
3. Asamblarea pe sol (dacă e cazul)
   - Se pot asambla tronsoanele la sol (parțial sau complet), mai ales în cazul stâlpilor din tronsoane buloanate.
   - Se folosesc macarale sau alte mijloace mecanizate pentru ridicarea ansamblului.
4. Ridicarea și montajul stâlpului
   - Ridicarea se face cu macara, troliu sau în unele cazuri cu mijloace manuale (pentru stâlpi de dimensiuni mici).
   - Stâlpul se fixează în fundație și se aliniază vertical.
   - Se prinde definitiv în ancore sau cu șuruburi în fundație.

5. Montajul accesoriilor

- Se montează izolatoarele, consolele, brațele de susținere, armăturile de fixare a conductorilor.
- Se verifică strângerea tuturor șuruburilor la cuplul indicat în proiect.

6. Verificări finale și protecții

- Se verifică verticalitatea și aliniamentul stâlpilor.
- Se aplică vopsele anticorozive dacă este necesar.
- Se montează plăcuțele de identificare sau de avertizare.

Echipamente necesare:

- Chei dinamometrice
- Cricsuri hidraulice / trolii
- Macarale / autoutilitare cu braț ridicător
- Echipamente de protecție (EIP): cască, ham de siguranță, mănuși izolante, etc.

Măsuri de siguranță:

- Se lucrează doar cu personal autorizat și instruit în lucrul la înălțime și cu instalații electrice.
- Se respectă normele de protecție a muncii și reglementările ANRE.
- Se delimitează zona de lucru pentru a evita accesul persoanelor neautorizate.

Model - PROIECT TEHNIC – Asamblare și montare stâlpi metalici pentru linie electrică aeriană 20 kV

1. Date generale ale proiectului

Obiectiv: Montare linie electrică aeriană 20 kV – tronson [X-Y]

Beneficiar: [Nume companie / instituție]

Proiectant: [Numele firmei / inginerului autorizat]

Locație: [Comuna/oraș, județ]

Lungime linie: XX km

Număr stâlpi: XX bucăți (tip STN, STAS, etc.)

Tip conductori: OHL 3x120 mm² Al/St

2. Descrierea lucrărilor

a) Tip stâlpi

- Tip: Metalici buloanați, zincați termic
- Înălțime: 12 – 14 m
- Fundație: tip pahar din beton C20/25
- Izolare: cu izolatori din sticlă sau compozit

b) Etape de montaj

1. Trasarea axului liniei

2. Executarea fundațiilor

- Săpătură mecanizată (0.8m x 0.8m x 2.5m)
- Cofraj, armare și turnare beton
- Montare ancore și plăci de bază

3. Asamblare stâlpi

- Buloane de îmbinare clasa 8.8 cu piulițe autoblocante
- Asamblare tronsoane pe sol sau la fața locului

4. Ridicare și montare

- Utilizare macara 10–16 tone
- Fixare cu nivela și aliniere

5. Montare echipamente

- Izolatori, console, cleme de prindere
- Montaj conductori cu echipamente de întindere

3. Materiale și echipamente

Nr.	Denumire	UM	Cant.	Observații
1	Stâlp metalic tip STN 12 m	buc	25	zincat termic
2	Beton C20/25	mc	50	pentru fundații
3	Buloane și piulițe M20	set	100	clasa 8.8
4	Izolatori compozit 20 kV	buc	75	
5	Conductori OHL Al/St 3x120	m	3.000	

4. Norme tehnice și de siguranță

- Se respectă Normativ I7/2011 – proiectarea liniilor electrice aeriene
- Personal autorizat ANRE
- Se poartă EIP: cască, mănuși izolante, ham anticădere
- Se oprește alimentarea în zonă (dacă este cazul)

5. Grafic de execuție (simplificat)

Etapă	Durată estimată	Perioadă
Organizare de șantier	2 zile	01–02 mai
Fundații	7 zile	03–10 mai
Asamblare stâlpi	5 zile	11–15 mai
Ridicare & montaj	5 zile	16–20 mai
Verificări & recepție	2 zile	21–22 mai

6. Desene tehnice

(se includ separat, pot conține):

- Plan de amplasament
- Secțiune fundație
- Detaliu tronsoane de stâlp
- Poziționare izolatori & conductori

Accesoriile stâlpilor metalici pentru liniile electrice aeriene

Accesoriile stâlpilor metalici pentru liniile electrice aeriene sunt componente esențiale care asigură fixarea, susținerea și protecția conductoarelor și a altor echipamente montate pe stâlpi. Ele joacă un rol crucial în funcționarea sigură și eficientă a rețelelor electrice aeriene. Iată o clasificare generală a acestora:

1. Accesorii de fixare și susținere

Acestea se folosesc pentru a fixa conductoarele și echipamentele de stâlpi:

- Cleme de suspendare – permit suspendarea conductoarelor pe stâlpi (la trasee drepte).
- Cleme de întindere (tensionare) – pentru fixarea conductoarelor în punctele de ancorare.
- Brățări de fixare – pentru prinderea echipamentelor pe stâlpi (de ex. izolatori, cutii de conexiune).
- Console – suporturi metalice pentru montarea izolatorilor și a altor echipamente.
- Sisteme de ancorare – utilizate pentru fixarea stâlpilor prin cabluri de susținere (tiranți).

2. Accesorii pentru conductoare

Permit conectarea, derivarea sau protejarea conductoarelor:

- Mufe și coliere de legătură – pentru conectarea conductoarelor între ele.
- Izolatori – susțin conductoarele și le izolează electric față de stâlp.
  - tip sfoară, sticlă, ceramică, compozit
- Parafulgere – pentru protecția la supratensiuni atmosferice (trăsnete).
- Dispozitive de împământare – pentru protejarea rețelei și a echipamentelor.

3. Accesorii pentru echipamente

Utilizate pentru montarea și protecția aparaturii:

- Carcase de protecție – pentru siguranțe, separatoare, contoare, etc.
- Cutii de distribuție și borne de conexiune
- Plăci de identificare și semnalizare – indică tensiunea, traseul, pericole, etc.

4. Alte accesorii

- Scări, suporturi și trepte – pentru accesul personalului la echipamentele montate pe stâlp.
- Sisteme de iluminat (pentru stâlpi care susțin și lămpi stradale).
- Accesorii antivibrații – pentru reducerea vibrațiilor conductoarelor.

Priza de punere la pământ la stâlpii metalici

Ce este priza de punere la pământ la stâlpii metalici?

Punerea la pământ este o metodă de protecție electrică. La stâlpii metalici (fie de iluminat, fie pentru rețele electrice sau de comunicații), priza de pământ asigură descărcarea în siguranță a eventualelor tensiuni electrice către sol, pentru a preveni electrocutarea persoanelor sau deteriorarea echipamentului.

Componente uzuale:

- Stâlp metalic – conductor natural.
- Conductor de legare la pământ – sârmă de cupru/otel zincat care leagă stâlpul la priza de pământ.
- Priza de pământ – bară metalică sau platbandă îngropată în sol.
- Cutie de inspecție (opțional) – pentru verificări periodice.

Reguli de bază (conform normativelor electrice, ex: I7/2011 sau SR EN 50522):

- Rezistența prizei de pământ trebuie să fie cât mai mică (ideal sub 4 Ω pentru instalații de joasă tensiune).
- Legătura trebuie să fie vizibilă, accesibilă și protejată de coroziune mecanică.
- Conductorul de împământare trebuie să aibă secțiune suficientă (ex: 25 mm² Cu sau 50 mm² oțel galvanizat).

Instalațiile electrice de legare la pământ pentru liniile electrice aeriene

Instalațiile electrice de legare la pământ pentru liniile electrice aeriene (LEA) de 0,4 kV și 750 kV sunt esențiale pentru siguranța și funcționarea corectă a sistemului electric. Acestea diferă semnificativ din cauza diferențelor mari de tensiune, a structurii liniei și a cerințelor tehnice. Iată o prezentare comparativă:

LEA 0,4 kV (Joasă Tensiune)

Tensiune nominală: 400 V (de obicei trifazat, 230 V între fază și nul)

Tip de rețea: TN-C, TN-S sau TT

Scopul legării la pământ:

- Protecția persoanelor împotriva electrocutării

- Protecția echipamentelor electrice
- Declanșarea rapidă a protecțiilor în caz de defect

Metode de legare la pământ:

1. Legarea neutrului la pământ în punctul de alimentare (transformator).
2. Împământare la fiecare stâlp metalic sau la capetele liniei, dacă stâlpii sunt din beton/lemn.
3. Rezistența de dispersie trebuie să fie sub 4 ohmi (ideal), conform normativelor locale.

Elemente componente:

- Prize de pământ (bare de oțel zincat, electrozi verticali sau orizontali)
- Conductoare de legătură (cupru sau oțel zincat)
- Bare de egalizare a potențialului (în posturi de transformare)

LEA 750 kV (Înaltă/Extraînaltă Tensiune)

Tensiune nominală: 750.000 V

Folosită pentru: Transportul energiei electrice pe distanțe lungi

Scopul legării la pământ:

- Siguranța personalului de mentenanță
- Evacuarea curenților de descărcare (fulger, supratensiuni)
- Stabilitatea rețelei la perturbații

Metode de legare la pământ:

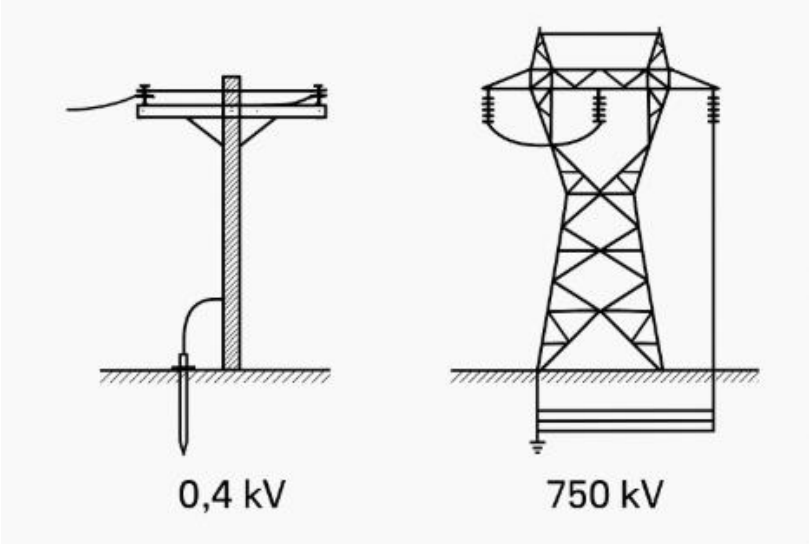
1. Împământare masivă a stâlpilor (cu prize de pământ independente și interconectate)
2. Conductor de protecție (fir de gardă) deasupra fazelor, legat la pământ, care preia loviturile de trăsnet
3. Sistem de împământare în stații extrem de sofisticat, cu grile din benzi de oțel și electrozi multipli

Cerințe specifice:

- Rezistență de dispersie < 0,5 ohm în unele cazuri (pentru stații)
- Calcul detaliat al potențialului de pas și atingere
- Sistem redundant (mai multe prize de pământ per stâlp)

Comparație rapidă

Caracteristică	LEA 0,4 kV	LEA 750 kV
Tensiune	Joasă	Extraînaltă
Tip stâlpi	Lemn, beton, metal	Metalici de mari dimensiuni
Rezistență de dispersie	< 4 ohm	< 1 ohm (ideal sub 0,5 ohm)
Conductor protecție	Nul combinat/PE	Fir de gardă
Complexitate sistem	Redusă	Foarte ridicată
Protecție împotriva fulgerelor	Rară	Absolut necesară



Capitolul IV.

Montarea şi repararea conductoarelor active şi de protecţie pentru linii aeriene 0,4 ÷ 750 kV

Montarea și repararea conductoarelor active și de protecție pentru linii electrice aeriene de joasă și înaltă tensiune (0,4 ÷ 750 kV) este o activitate tehnică complexă, care se desfășoară în condiții de siguranță strict controlate și conform normelor tehnice în vigoare. Mai jos găsești o prezentare generală a principalelor aspecte implicate:

1. Tipuri de conductoare

- Conductoare active – transportă curentul electric (ex: aluminiu, oțel-aluminiu, cupru).
- Conductoare de protecție (de gardă) – protejează împotriva descărcărilor atmosferice (fulgere); nu transportă curent în mod normal.

2. Etapele montajului conductoarelor

a. Pregătirea lucrării

- Stabilirea traseului liniei.

- Eliberarea culoarului de vegetație.
- Transportul materialelor (tambouri cu conductoare, izolatori, cleme, etc.).
- Montarea stâlpilor și a izolației (în funcție de înălțime și tensiune).

b. Montarea conductoarelor

1. Tragerea conductoarelor

- Se folosesc trolii, scripete și frâne pentru întindere controlată.
- Se montează temporar conductoare-pilot (frânghii sau cabluri subțiri).

2. Întinderea și ancorarea

- Conductoarele se tensionează conform specificațiilor (tensiune mecanică, săgeată).
- Se fixează în cleme pe izolatori.

c. Montarea conductorului de protecție

- Poziționat deasupra conductorilor activi.
- Se leagă la prize de pământ la stâlpi.

3. Repararea conductoarelor

Se execută în caz de:

- Rupturi, uzuri, corodări.
- Avarii provocate de furtuni, gheață, obiecte căzute.

Metode:

- Înlocuirea secțiunii defecte.
- Montarea de mufe sau legături de reparație.
- Reîntinderea conductorului dacă acesta s-a slăbit.

4. Siguranță și echipamente

- Zona de lucru se balizează și se izolează.
- Echipamente:
  - Hamuri, căști, mănuși electroizolante.
  - Detector de tensiune.
  - Platforme de lucru aeriene sau scări izolate.
- Lucrările se fac fără tensiune, în mod obișnuit. Doar în anumite cazuri speciale se intervine sub tensiune, cu proceduri speciale (lineman techniques).

5. Norme și reglementări aplicabile (ex. România)

- PE 102 – Normativ pentru construcția liniilor electrice aeriene.
- NTE 003/04/00 – Norme tehnice privind proiectarea și execuția LEA.
- Normele ANRE și legislația privind sănătatea și securitatea în muncă.

PE 102 – Normativ pentru construcția liniilor electrice aeriene

1. Generalitati

1.1 Domeniu de aplicarer

1.1.1 Prezentul normativ se aplica la proiectarea si executarea instalatiilor tehnologice electrice de conexiuni si distributie, fixe si definitive, a caror tensiune nu depaseste 1000 V si cu frecventa nominala de 50 Hz, din unitatile energetice, si anume: din centrale electrice si termice, statii de transformare si conexiuni si instalatii electrice de distributie publica.

1.1.2 Proiectare si executarea instalatiilor aferente constructiilor din unitatile energetice indicate la pct.1.1.1. se vor realiza in conformitate cu Normativul privind proiectarea si executarea instalatiilor electrice cu tensiuni pana la 1000 V la consumatori.

1.1.3 Prezentul normativ nu se aplica la realizarea instalatiilor electrice in medii cu pericol de explozie, pentru care se vor folosi prevederile din prescriptiile specifice (anexa 1).

1.1.4 Prezentul normativ se plica la instalatiile noi. Instalatiile electrice care la data intrarii in vigoare a prezentului normativ sunt executate sau in curs de executie, in conformitate cu conditiile anterioare ale acestei prescriptii, pot fi mentinute in situatia existenta. Adaptarea la prezentul normativ se realizeaza din initiativa beneficiarului.

1.1.5 Extinderea instalatiilor aflate in functiune sau inlocuirea unor elemente din acestea se va efectua de regula, conform prezentului normativ. In cazul unor dificultati de realizare, justificate prin proiect, extinderea se admite sa se faca dupa vechile prescriptii.

1.1.6 In afara prevederilor din prezentul normativ la amenajarea instalatiilor electrice mentionate la pct.1.1.1. trebuie sa se tina seama de prevederile prescriptiilor energetice conexe in vigoare, prevazute la anexa 1.

1.1.7 Echipamentele si materialele electrice utilizate la realizarea instalatiilor electrice trebuie sa corespunda standardelor de fabricatie in vigoare si sa fie omologate.

1.2. Definitii

In sensul prezentului normativ notiunile de mai jos au urmatoarele semnificatii:

1.2.1. Definitii generale:

a) Echipamentul electric se considera totalitatea masinilor electrice, aparatelor electrice si materialelor electrice din componenta unei instalatii electrice;

b) Aparatele electrice se considera toate elementele principale din componenta unei instalatii electrice de joasa tensiune, exclusiv masinile electrice, ca de exemplu:

- aparate de conectare, ca: intreruptoare contactoare, separatoare etc. (incusiv dispozitivele lor de actionare)
- sigurante si alte dispozitive de protectie;
- transformatoare de masura etc.

c) Materiale electrice reprezinta toate elementele din componenta unei instalatii electrice de joasa tensiune care servesc la ansamblarea masinilor electrice si a aparatelor electrice ca de exemplu:

- conductoare izolate sau neizolate;
- materiale izolante;
- cleme, armaturi etc.

d) Tabloul de distributie (tablou) este echipamentul care realizeaza distributia energiei electrice la acelasi nivel de tensiune si poate fi construit din unul sau mai multe panouri sau dulapuri.

e) Panoul electric este un element component, in constructie deschisa, al unui tablou de distributie echipat cu aparate si materiale electrice.

f) Dulapul electric este un element component, in constructie inchisa al unui tablou de distributie echipat cu aparate si materiale electrice.

g) Barele de distributie se considera un ansamblu de materiale si eventual, aparate electrice destinate realizarii unor conexiuni.

h) Separarea de lucru se numeste separarea vizibila a unei instalatii electrice sau a unei parti dintr-o instalatie electrica fata de elementele aflate sub tensiune, pe toate partile in vederea efectuarii unor lucrari sau operatii, cu respectarea normelor de protectie a muncii in vigoare pentru instalatiile electrice.

i) Distanta de izolare in aer intre doua parti neizolate sub tensiune sau intre acestea si parti legate la pamant este distanta cea mai scurta in aer liber, fara intreruperi de alte materiale izolate.

j) Distanta de conturnare reprezinta distanta cea mai scurta de-a lungul izolatiei, intre doua parti neizolate sub tensiune sau intre acestea si parti legate la pamant.

k) Distanta de protectie contra atingerilor accidentale este distanta determinata de conditiile impiedicarii apropierii periculoase de partile sub tensiune ale personalului de exploatare sau ale utilajelor de exploatare si de reparatii, cu respectarea normelor de protectie a muncii in vigoare pentru instalatiile electrice.

l) Conditiile climatice normale ale mediului ambiant se considera acele conditii in care nu se depasesc valorile normate.

1.2.2. Categorii de instalatii

a) Instalatie electrica de conexiuni si distributie (instalatie electrica) se considera acea instalatie care primeste si distribuie energie electrica si care cuprinde ansamblul tablourilor electrice (principale si secundare) si ale aparatelor, inclusiv caile de curent pentru alimentarea lor.

b) Instalatii electrice de utilizare sunt acele instalatii care cuprind circuitele receptoarelor individuale (motoare, rezistente, corpuri de iluminat etc.) alimentate din tablourile de forta si/sau iluminate.

c) Instalatie electrica de exterior este o instalatie electrica sau o parte dintr-o instalatie electrica, in care echipamentele electrice sunt amplasate intr-un spatiu deschis, acoperite sau neacoperite.
d) Instalatie electrica de interior este o instalatie sau o parte din aceasta in care echipamentele electrice sunt amplasate intr-un spatiu inchis (interior) si sunt protejate impotriva influentei directe a intemperiilor atmosferice.
e) Instalatie electrica de tip deschis este o instalatie electrica in care persoanele sunt protejate numai impotriva atingerilor accidentale ale partilor sub tensiune, prin ingradiri de protectie sau prin amplasarea echipamentului la inaltimea corespunzatoare, in zonele inaccesibile atingerilor accidentale.
f) Instalatie electrica de tip inchis este o instalatie electrica la care echipamentul electric este dispus in carcase inchise astfel, incat nici o parte sub tensiune din instalatie nu poate fi atinsa, cu grad de protectie minimum IP 20.
g) Instalatie electrica capsulata este o instalatie electrica la care echipamentul este inchis in carcasa de protectie, in general metalica, legata la pamant, cu grad de protectie minimum IP 54.
h) Instalatie electrica prefabricata este o instalatie electrica continand aparate de conectare, instrumente de masura, dispozitive de protectie si automatizare si care se livreaza complet pregatita si incercata electric pentru a fi montata pe santier.

1.2.3. Categorii de incaperi si spatii
a) Incapere sau spatiu de productie electrica se numeste acea incapere sau spatiu in care se efectueaza diverse operatii sau procese tehnologice, accesibil si persoanelor neinstruite in exploatarea instalatiilor electrice.
b) Incapere sau spatiu de productie electrica se numeste acea incapere sau spatiu care serveste exclusiv pentru procese tehnologice electrice. Accesul in aceste incaperi sau spatii este permis numai persoanelor autorizate pentru exploatarea instalatiilor electrice respective si care au responsabilitate in acest sens, in conformitate cu normele de protectie a munciipentru instalatiile electrice.
c) Coridor de manevra (deservire) se numeste coridorul de pe care este prevazut a actiona cel putin un aparat de conectare dintro instalatie electrica.
d) Coridor de supraveghere se numeste coridorul care serveste exclusiv ptentru Supravegherea functionarii sau pentru revizia aparatelor montate si de pe care nu se fac actionari de aparate de conectare din instalatia electrica.
e) Din punct de vedere al pericolului de electrocutare, se deosebeste urmatoarele categorii de incaperi sau zone:

- Incapere sau zona periculoasa (la soc electric), caracterizata prin urmatoarele conditii de mediu:
  - umiditatea relativa a aerului: maxim 75%;
  - temperatura aerului: +15 Gr. C…..+30 Gr. C;
  - pardoseala izolata electric;
- Incapere sau zona periculoasa, caracterizata prin cel putin una din urmatoarele conditii de mediu:
  - umiditatea relativa a aerului: intre 75% si 97%;
  - temperatura aerului: +30 Gr. C…..+35 Gr. C;
  - pulberi conductive (pilitura de fier, grafit etc.);

- fluide care micsoreaza rezistenta corpului uman;
- elemente conductoare in legatura electrica cu pamantul, ocupand in zona de manipulare minimum 60% din suprafata;
- pardoseala neizolata electric (beton, pardoseala umeda, pamant etc.);

- Incapere sau zona foarte periculoasa, caracterizata prin cel putin una din urmatoarele conditii de mediu:
  - umiditatea relativa a aerului: peste 97%;
  - temperatura aerului peste 35 Gr. C;
  - agenti corosivi;
  - elemente conductoare in legatura electrica cu pamantul, care ocupa in zona de manipulare peste 60% din suprafata zonei.

f) Incaperi cu pericol de incendiu sunt acele incaperi in care se prelucreaza, se utilizeaza sau se depoziteaza materiale combustibile.

2. Amplasarea instalatiilor electrice

2.1. Amplasarea tablourilor de distributie principale si secundare se va face pe principiul optimului tehnicoeconomic.

2.2. La amplasarea instalatiilor electrice trebuie sa se tina seama de posibilitatea de extindere a acestora. De regula intervalul de timp pentru care se va asigura aceasta posibilitate va fi de circa 10-15 ani.

2.3. Se va evita pe cat posibil amplasarea tablourilor de conexiuni si distributie in incaperi umede, cu actiune chimica daunatoare, cu praf, cu temperatura ridicata si cu pericol de incendiu.

Daca amplasarea instalatiei in conditiile de mediu de mai sus este necesara din punct de vedere al procesului de productie, amenajarea acestor instalatii si alegerea echipamentului se vor face cu respectarea masurilor suplimentare de protectie indicate in prezentul capitol. Pentru alegerea gradului si masurilor de protectie necesare, se va tine seama de efectele cumulate ale pericolelor existente.

2.4. Amplasarea instalatiilor electrice in spatii de productie deservite de macarale, poduri rulante, monoraiuri sau alte mecanisme pentru transport si pentru ridicare se va face in afara zonelor de actiune ale acestor mecanisme.

2.5. In spatiile de productie pot fi amplasate numai instalatii electrice de tip inchis sau capsulat.

Se admite amplasarea instalatiilor de tip deschis, cu conditia ca partile aflate sub tensiune sa nu fie accesibile personalului neinstruit (fig.1);

In spatiile de productie electrica,protectia personalului impotriva atingerilor accidentale ale elementelor aflate sub tensiune,in timpul executarii lucrarilor de exploatare, se asigura printr-una din urmatoarele masuri:

a) amplasarea la inaltime corespunzatoare , in zonele inaccesibile atingerilor accidentale (pct4.3.9.);

b) ingradiri de protectie definitive,pline sau din plasa (se admite si folosirea barierelor) (pct.4.2.2.b,c);

c) dispunerea echipamentului in carcase inchise (instalatii de tip inchis).

2.6. Se admite montarea in aceeasi incapere a unor instalatii de tensiuni diferite, in cazul in care exploatarea lor se face de aceeasi organizatie de exploatare (de exemplu, tablourile de JT impreuna cu transformatoarele de m.t./j.t) .

Se recomanda ca instalatiile electrice de interior cu tensiunea pana la si peste 1000 V sa fie amplasate in incaperi separate.

2.7. Se interzice amplasarea instalatiilor electrice de conexiuni si distributie in interiorul incaperilor de cabluri, cu exceptiile prevazute in normativul PE 107.

2.8. Amplasarea si montarea aparatelor si tablourilor electrice trebuie sa se faca astfel, incat ele sa nu stanjeneasca circulatia pe coridoare.

2.9. Amplasarea si montarea aparatelor si tablourilor electrice trebuie sa se faca astfel, incat intretinerea l. verificarea, localizarea defectelor si reparatiilor sa se poata realiza cu usurinta.

2.10. In cazul inglobarii instalatiilor electrice in cladiri cu alte destinatii, precum si la amplasarea instalatiilor electrice in raport cu alte constructii, se vor folosi echipamente electrice cu grad de protectie corespunzator mediului respectiv.

2.11.Se interzice modificarea destinatiei incaperilor situate deasupra instalatiilor electrice inglobate in cladiri, modificare care contravine proiectului initial.

Orice lucrare care ar putea afecta si incaperea instalatiei electrice inglobata in cladire se va executa numai cu acordul prealabil al intreprinderii care exploateaza aceste instalatii.

2.12. La amplasarea instalatiilor electrice este necesar a se tine seama de urmatoarele conditii:

a) Conditiile climatice normale ale mediului ambiant pentru echipamentul instalatiilor electrice de joasa tensiune sunt indicate in tabelul 1.

Tabelul 1

Denumirea factorilor climato-meteororlogici		Unitatea de masura	Amplasarea instalatiilor	
Temperatura ambianta	Valoarea maxima de scurta durata	Gr. C.	+40	+40
	Valoarea maxima a mediei in 24 de ore	Gr. C.	+35	+35
	Valoarea minima	Gr. C.	-5	-30
Umiditatea relativa maxima		%	80 la 35 Gr. C	100 la +25 Gr. C.

NOTE

1. Pentru echipamentele de masura, comanda, automatizare si similare, inglobate in echipamentul de joasa tensiune, valoarea minima a temperaturii in interiorul echipamentului va fi de +5 Gr. C.

2. Valorile indicate sunt valabile pentru aparatajul fabricat in Romania; pentru apatele fabricate in alte tari, aceste valori pot fi schimbate in functie de conditiile impuse de constructorul respectiv.

3. Valorile din tabelul 1 sunt valabile pentru echipamentul montat in instalatii electrice montate pana la altitudinea de 1000 m.

4. Daca nu se pot asigura constructiv conditii climatice necesare ptentru Echipamentul electric prevazut a se monta in interior sau daca, din diverse motive nu se poate procura echipament de tip interior, se poate utiliza echipamentul de tip exterior.

Se admite montarea aparatelor in statii in care temperatura minima poate fi sub +5 Gr. C., cu conditia prevederii unei incalziri locale care sa asigure temperatura minima necesara sau in cazul in care fabrica producatoare a aparatului permite acest lucru.

In cazul instalarii echipamentelor in spatii in care temperatura maxima depaseste +35 Gr. C., dar nu mai mult de +40 Gr. C., se vor lua masuri pentru reducerea incalzirii pe caile de curent (inclusiv cele ale aparatelor) sau pentru climatizarea incaperilor, pentru a nu depasi temperatura limita admisa pentru aceasta.

In cazul in care, in locul de instalare, temperatura depaseste +40 Gr. C., se vor monta instalatii si aparate special construite, in vederea functionarii la temperaturi mai ridicate.

b) Conditiile climatice normale ale mediului ambiant pentru conductoare flexibile din instalatiile electrice exterioare de joasa tensiune sunt indicate in normativul PE 106/83.

c) Altitudinea. Daca instalatiile electrice urmeaza a se monta la o altitudine mai mare de 1000 m, se vor utiliza aparate corespunzatoare functionarii la altitudinea respectiva, conform indicatiilor fabricii constructoare referitoare la: curenti de sarcina, tensiune de lucru etc.

In aceste instalatii, distantele de izolatie se vor mari fata de cele indicate la pct. 4.2 cu 1,25% pentru fiecare 100 m apoi intre 1000 m si 3000 m altitudine.

d) Pericolul patrunderii apei si prafului. In incaperile cu praf sau in care exista pericolul patrunderii apei, se vor utiliza aparate, tablouri sau dulapuri inchise etans, cu grad de protectie stabilit conform STAS 5325, STAS 5625 si conform normativului republican I 7.

e) Pericolul de coroziune. Intregul echipament montat in incaperi cu pericol de coroziune va fi protejat prin inchidere in carcase rezistente la actiunea umiditatii si contra agentului corosiv respectiv. In cazul in care nu se pot realiza conditiile de mai sus, se admite folosirea de echipamente in constructie normala, insa prevazute cu o protectie suplimentara (de exemplu, acoperirea cu o vopsea rezistenta la agentul corosiv, capsulare etc.), care nu trebuie sa afecteze conditiile de functionare a echipamentului.

f) Pericolul de incendiu. Incadrarea incaperilor din punct de vedere al pericolului de incendiu se va face conform normelor PE 118. Sistemul constructiv al tablourilor si echipamentelor montate in aceste incaperi trebuie astfel realizate, incat sa nu poata constitui cauza unui eventual incendiu (arcuri electrice libere, temperaturi ridicate in interiorul echipamentului).

Constructiile pentru montajul instalatiilor electrice vor fi confectionate din materiale incombustibile (panouri, stelaje etc.).

Pentru elemente de izolatie se admite si folosirea de materiale greu combustibile.

Clemele si carcasele aparatelor vor fi din materiale incombustibile sau termorezistente cu Ri≥2, conform STAS 7137, privind rezistenta la incandescenta a materialelor plastice.

Se interzice montarea aparatelor cu ulei in interiorul tablourilor.

g) Pericolul deteriorarii mecanice. Se va evita amplasarea instalatiilor electrice in locuri in care acestea pot fi expuse deteriorarii mecanice.

In cazul in care acest lucru nu este posibil, instalatiile vor fi protejate impotriva deteriorarii mecanice prin mijloace speciale.

La proiectarea instalatiilor electrice de joasa tensiune se vor respecta si indicatiile privind masurile de protectie antiseismica, prevazute in instructiunile PE 148.

h) Iluminatul si ventilarea. Instalatiile electrice trebuie sa fie prevazute cu iluminat si ventilare, in conformitate cu prevederile prescriptiilor PE 022, I 7 si PE136.

3. Scheme electrice de conexiuni

3.1. Schema electrica de conexiuni si distributie a unei instalatii electrice trebuie sa fie simpla si clara si sa permita efectuarea manevrelor rapid si fara pericol de accidentare.

3.2. In cazul in care functionarea in paralel a doua sau mai multe surse este interzisa (depasirea puterii de scurtcircuit, tensiuni nesincrone etc.), trebuie prevazute blocaje corespunzatoare pentru impiedicarea conectarii lor in paralel. In cazuri extreme, in care aceste blocaje nu se pot realiza, se admite montarea unor indicatoare de securitate.

3.3. Circuitele de alimentare (intrare) a tablourilor vor fi prevazute cu intrerupatoare (manuale sau automate). In posturile de transformare se admite sa nu se monteze aceste intreruptoare, in cazul in care exista alta posibilitate de intrerupere a curentului pe circuitul de alimentare in cadrul postului, in aceeasi incapere, cu respectarea prevederilor pct 3.6.

3.4. Intreruptoarele automate vor fi prevazute, de regula, numai pe acele circuite pentru care nu se pot asigura cu alte aparate, mai ieftine (separatoare de sarcina, sigurante etc.), conditiile de rupere a curentiilor de scurtcircuit, selectivitatea protectiei sau operatiilor de automatizare necesare.

3.5. Schema electrica a instalatiilor si echipamentului prevazut trebuie sa permita realizarea si exploatarea instalatiilor pentru masura si protectie, precum si a altor instalatii (de exemplu, automatizare, telemecanica etc.), in conditii lipsite de pericol pentru personal.

3.6. Toate instalatiile de conexiuni si distributie trebuie prevazute cu dispozitive pentru separari de lucru. In cazul in care punctele de separare nu se gasesc in zona de lucru, conditia de separare se considera indeplinita numai daca responsabilitatea separarilor de lucru este a aceleiasi persoane si daca aceasta responsabilitate unica poate fi asigurata pe timpul separarii de lucru, la toate punctele de separatie.

3.7. Ca elemente de separare urmeaza a fi folosite numai aparate sau dispozitive cu intrerupere vizibila a circuitului (sigurante fuzibile, intreruptoare in aer separatoare, aparate debrosabile, eclise etc.).

3.8. Legarea la pamant si la nul trebuie realizata conform conditiilor prevazute in STAS 6616, STAS 6119 si STAS 4102.

4. Conditii privind instalarea echipamentelor electrice

4.1.Conditii generale

4.1.1. Intregul echipament din instalatiile electrice cu tensiuni sub 1000 V (de exemplu, tablourile aparatele, barele de distributie, izolatoarele, caile de curent etc.) trebuie sa fie astfel ales, dimensionat si instalat incat sa corespunda din toate punctele de vedere conditiilor de exploatare, in toate regimurile de functionare stabilite, instructiunilor de montare si utilizare ale fabricii constructoare, precum si conditiilor de mediu in care este pus sa functioneze.

Verificarea aparatelor si a cailor de curent la scurtcircuit se va face in conformitate cu prevederile instructiunilor PE 103.

4.1.2. Fiecare aparat trebuie sa fie prevazut cu o placuta indicatoare, care sa corespunda datelor sale tehnice, precum si indicatorului de recunoastere.

4.1.3. La alegerea aparatelor si materialelor electrice trebuie sa se tina seama de caracteristicile lor particulare (sistemul de montaj, efectele functionarii asupra spatiului inconjurator, degajari de caldura, sistemul de legare a conductoarelor etc.).

4.1.4. Sistemul constructiv si amplasarea tablourilor, aparatelor si materialelor in instalatiile electrice trebuie sa fie in asa fel realizate, incat sa se asigure pastrarea caracteristicilor de functionare, posibilitatea transportului, manipularii, supravegherii, revizuirii si repararii acestora fara pericol si, de regula, fara perturbarea instalatiilor vecine.

4.2. Distanta de izolare in aer, de conturnare si de protectie

4.2.1. In cazul instalatiilor prefabricate, distantele de izolare minime nu se normeaza. Aceste instalatii se vor verifica la tensiunile de incercare prevazute in STAS R 9321: Prefabricate electrice de joasa tensiune.

4.2.2. La realizarea tablourilor si barelor de distributie se vor respecta urmatoarele:

a) Distanta minima de izolare in aer intre piesele sub tensiune fixe ale diferitelor faze, precum si intre acestea si parti metalice legate la pamant trebuie sa fie de cel putin 15 mm, iar distanta de conturnare trebuie sa fie de cel putin 30 mm

b) Distanta de protectie de la partile neizolate care se afla sub tensiune trebuie sa fie:

• 50 mm , la pereti , usi pline sau alte elemente de constructie;

• 100 mm la ingradiri sau usi din plasa;

• 200 mm la bariere

Pentru aceste distante vezi fig. 2.

c) Peretii de protectie sau usile pline, precum si ingradirile de protectie sau usile din plasa trebuie sa aiba inaltimea minima de 1.7 m, iar barierele de 1.2 m.

d) Peretii, usile, ingradirile de protectie si barierele trebuie sa fie suficient de rezistente din punct de vedere mecanic si bine fixate.

Peretii de protectie sau usile pline trebuie executate din materiale rigide si incombustibile. In cazul folosirii tablei de otel, aceasta va avea o grosime de cel putin 2 mm. Ingradirile sau usile din plasa se executa din plasa metalica cu ochiuri de cel mult 40 x 40 mm. Barierele se executa, de regula din material rau conducator de electricitate (de obicei lemn ignifugat).

e) In situatia in care, din diverse motive, distantele din fig. 2 nu pot fi respectate, se admite folosirea unor pereti intermediari din materiale izolante, daca prin incaperi sa va proba capacitatea de izolare pentru dispozitia respectiva si numai in cazul folosirii de materiale izolante care sa-si pastreze in timp caracteristicile dielectrice. Verificarea se va face la tensiunile de incercare prevazute in STAS R 9321.

4.3. Coridoare si accese

4.3.1. Latimea si inaltimea coridoarelor de deservire trebuie sa asigure posibilitatea deplasarii usoare, efectuarii reviziilor locale si manipularii comode a aparatelor, echipamentelor si utilajelor de lucru din instalatie, precum si posibilitati de evcuare in caz de incendiu.

4.3.2. Latimea coridorului de deservire din fata sau spatele tabloului, masurata de la ingradirea de protectie si alte elemente de constructie (perete, bariere de protectie etc.) pana la partile proeminente ale tabloului trebuie sa fie de cel putin 0.8 mm, iar distanta intre elementele neizolate aflate sub tensiune, din spatele tabloului, si elementele de constructie de pe peretele opus trebuie sa fie de cel putin 1 m.

4.3.3. Distanta intre tablou si perete, in cazul in care nu este necesar accesul in spatele panoului, nu se normeaza.

4.3.4. Distanta pe orizontala intre marginea tabloului de distributie si conductele metalice aparente (neacoperite cu materiale) in contact cu pamantul va fi de minimum 1,25 m.

4.3.5. Latimea coridorului de deservire intre doua tablouri sau intre alte tablouri si alte utilaje sa fie de cel putin 1 m, iar distanta dintre elementele neizolate, sub tensiune, situate de o parte si de alta a coridorului trebuie sa fie de cel putin 1.4 m (fig. 2).

4.3.6. In cazul in care distantele d si a de la pct 4.3.2. si 4.3.5. nu pot fi respectate, se vor prevedea ingradiri de plasa sau tabla pana la inaltimea de la care aceste distante sunt respectate, dar nu mai putin de 1,7 m.

4.3.7. Inaltimea libera a coridorului de deservire, masurata intre pardoseala si tavanul incaperii sau pana la alte elemente constructive, care nu se gasesc sub tensiune, trebuie sa fie de cel putin 1,9 m (fig. 2).

4.3.8. Distanta intre partile sub tensiune neingradite, situate deasupra coridoarelor de deservire si pardoseala, trebuie sa fie de cel putin 2,5 m (fig. 2).

4.3.9. In cazul in care aceasta distanta nu poate fi respectata, ea va putea fi micsorata, cu conditia ingradirii in plan orizontal, dedesubtul partilor sub tesiune, prin plase sau tabla. Aceasta ingradire nu va putea fi insa sub inaltimea de 1,9 m.

4.3.10. Inaltimea minima fata de pardoseala a legaturilor de jos ale tablourilor inchise trebuie sa fie astfel stabilita, incat sa permita posibilitatea realizarii razei de curbura a cablului cu diametrul cel mai mare, iar inaltimea maxima, fata de pardoseala, a laturii de sus a tabloului sa fie de cel mult 2,2 m.

4.3.11. Coridoarele de deservire a sirului de tablouri, care au o lungime mai mare de 10 m pe o singura latura, vor fi cu 2 accese. Accesul in coridorul din spatele tablourilor poate fi realizat fie dinspre coridorul din fata tablourilor, fie dinspre o alta incapere. Cand coridorul are o latime mai mare de 3 m, prevederea a doua accese nu este obligatorie.

4.3.12. Usile incaperilor se vor deschide, de regula spre exetrior, cu exceptia usilor care separa incaperi cu instalatii cu tensiunea peste 1000 V, fata de cele cu tensiunea pana la 1000 V, la care deschiderea usilor se va face spre incaperile cu tensiunea pana la 1000 V.

Usile trebuie prevazute cu broaste a caror deschidere fara cheie sa se poata efectua numai din interior. Latimea usilor va fi de cel putin 0,75 m, iar inaltimea de cel putin 1,9 m.

4.4 Tablouri de conexiuni si distributie

4.4.1. Conditiile generale privind instalarea tablourilor de conexiuni si distributie vor fi cele de la pct. 4.1.

4.4.2. Alegerea tipului de tablouri care urmeaza a fi folosite pentru realizarea instalatiilor electrice de conexiuni si distributie se va face tinand seama de conditiile indicate la pct. 2.5. si 2.12. Toate panourile de tip deschis cu accese prin spate vor fi prevazute cu bariere sau usi de plasa, conform pct. 4.2.2.c.

4.4.3. Materialele care pot fi folosite la confectionarea tablourilo trebuie sa fie incombustibile si nehigroscopice. Se admit materiale termoizolante cu Ri≥2.

4.4.4. Tablourile de distributie trebuie montate perfect vertical si bine fixate pentru a nu fi supuse vibratiilor.

4.4.5. Conductele electrice, barele, clemele si bornele de legatura din interiorul dulapurilor sau din spatele tablourilor trebuie sa fie usor de indentificat si accesibile pentru verificari si reparatii.

4.4.6. Se recomanda ca legaturile pentru curenti mai mari decat 100 A, din interiorul tablourilor, sa fie realizate din bare.

4.4.7. Se recomanda ca in acelasi panou (dulap) sa nu fie grupate circuite de curent alternativ cu circuite de curent continuu sau de tensiuni diferite.

In cazul in care aceasta conditie nu poate fi realizata, sa recomanda ca circuitele sa fie montate separat si marcate distinct. Aceasta conditie nu se aplica la aparate care, prin functionarea lor, necesita circuite cu curenti de natura diferita sau tensiuni diferite.

4.4.8. Tablourile inchise pentru curenti pana la 200 A si cel mult cinci circuite se admit a fi executate fara cutii de bare.

4.4.9. La posturile de transformare pe stalp, tabloul de joasa tensiune cu aparate de protectie si masura (sigurante sau intreruptoare automate, transformatoare de curent, contoare) trebuie sa fie inchis intr-o cutie metalica cu gradul de protectie IPW 33. Se va avea in vedere asigurarea unei temperaturi minime admise de aparatajul montat si impiedicarea producerii condensului in interior (pct. 2.12.a.).

4.4.10. Tablourile, panourile si circuitele din acestea se vor prevedea cu etichete pentru identificare.

4.4.11. Tablourile si stelajele aferente trebuie protejate impotriva coroziunii prin vopsire.

4.4.12. Gradul de protectie a tablourilor va fi stabilit in functie de conditiile de instalare, in conformitate cu normativul I7 (anexa 2).

4.5. Aparate de conectare

4.5.1. Conditiile generale privind instalarea aparatelor de conectare vor fi cele indicate la pct. 4.1.

4.5.2. La alegerea aparatelor de conectare, in afara conditiilor indicate la pct. 4.1., trebuie sa se tina seama de capacitatea si frecventa de conectare, precum si de durata de conectare.

4.5.3. Aparatele de conectare trebuie sa fie astfel montate, incat sa intrerupa simultan toate fazele circuitului pe care il deservesc. Nu se admite intreruperea conductorului de protectie. Conductorul de nul poate fi intrerupt numai in instalatiile in care acesta nu este folosit si pentru protectie.

4.5.4. Aparatele de conectare se vor amplasa astfel, incat arcele sau scanteile electrice care apar in timpul exploatarii normale sa nu fie periculoase pentru personalul de exploatare si sa nu poata cauza scurtcircuite, puneri la pamant sau deteriorarea obiectelor inconjuratoare.

4.5.5. Aparatele cu conectare in forma de cutite se vor monta astfel, incat sa nu se poata inchide sub actiunea greutatii proprii a partii mobile, prin vibratie sau prin lovirea aparatului. In stare decuplata, elementele (contactele) mobile ale aparatului trebuie, pe cat posibil, sa nu ramana sub tensiune.

4.5.6. In dispozitivele de actionare a aparatelor de conectare cu capac sau montate in spatele panoului sau in interiorul dulapului si manevrabile din fata trebuie indicate clar pozitiile INCHIS si/sau DESCHIS.

4.5.7. Se recomanda ca actionarea aparatelor sa se faca prin manete de actionare. In cazul actionarii cu stanga, aceasta va fi izolata cel putin pentru tensiunea aparatului deservit.

4.5.8. Sensul de miscare al dispozitivului de actionare manuala trebuie sa poata fi clar recunoscut. El trebuie sa aiba aceeasi semnificatie pentru aparatele de conectare cu functii identice dintr-o instalatie.

4.5.9. Fiecare aparat de conectare trebuie sa fie prevazut cu o placuta indicatoare care sa cuprinda datele sale tehnice, precum si un indicativ de recunoastere.

4.6. Sigurante fuzibile

4.6.1. Conditiile generale privind instalarea sigurantelor fuzibile vor fi cele de la pct. 4.1.

4.6.2. In instalatiile electrice vor fi montate numai sigurante calibrate.

4.6.3. Sigurantele cu capac filetat trebuie sa fie montate in asa fel, incat conductoarele de alimentare sa fie legate la suruburile de contact, iar conductoarele de plecare sa fie legate la duliile filetate.

4.6.4. Se interzice montarea sigurantelor pe conductoarele instalatiei de protectie (nul , pamant etc.).

4.6.5. Sigurantele trebuie sa fie astfel montate , incat eventualele spatii ale unui arc sa nu prezinte pericol pt. restul instalatiei si pt. personalul de exploatare.

4.6.6. Pe etichetele sigurantelor fuzibile se vor nota si curentii nominali ai fuzibilelor.

4.7. Baterii de condensatoare sunt pentru imbunataţirea factorului de putere

4.7.1. Conditiile generale privind instalarea bateriilor de condensatoare vor fi cele indicate la pct. 4.1.

4.7.2. Protectia la supracurenti a bateriilor de condensatoare se va realiza prin sigurante fuzibile sau intreruptoare automate care permit intreruperea curentilor capacitivi.

4.7.3. In cazul existentei unor receptoare care constituie surse de armonici periculoase pentru baterie, se vor face verificarile si se vor lua masurile prevazute in normativul PE 143.

4.7.4. Bateriile de condensatoare trebuie prevazute cu posibilitati de descarcare automata fie pe infasurarile masinilor si transformatoarelor in cazul racordarii nemijlocite la aceastea, fie pe rezistente speciale, care trebuie sa asigure scaderea tensiunii la bornele bateriilor sub 40 V, intr-un timp mai scurt de 1 min.

De asemenea, se vor asigura posibilitati de desacarcare suplimentara cu stanga izolata, conform normelor PE 119.

4.7.5. Bateriile de condensatoare pot fi instalate in incaperi separate sau in dulapuri speciale.

Spatiile in care se instaleaza bateriile de condensatoare vor avea asigurata aerisirea, vor fi uscate, vor fi ferite de praf, de agenti agresivi (corosivi), de socuri, de trepidatii, de caldura si de pericol de incendiu.

La instalarea bateriilor de condensatoare se vor respecta si conditiile de umiditate si temperatura indicate de producatorul de condensatoare.

4.7.6. Carcasa condensatoarelor si stelajelor de sustinere trebuie legate prin conductoare de protectie la pamant.

4.7.7. La proiectarea bateriilor de condensatoare cu unitati care au impregnant toxic si poluant, se vor lua urmatoarele masuri:

- usa de acces la condensatoare se va prevedea cu un indicator de avertizare, din care sa rezulte pericolul prezentat de impregnantul toxic si nebiodegradabil;
- precizarea masurilor de protectie a muncii care se refera la manipularea si depozitarea condensatoarelor care prezinta scurgeri de impregnant, la curatarea condensatoarelor acoperite cu impregnant, precum si la regulile care trebuie respectate in scopul prevenirii eventualelor imbolnaviri, ca urmare a patrunderii substantei toxice in organism;
- dotarea bateriilor de condensatoare cu materiale necesare respectarii igienei muncii.

4.8. Cai de curent

4.8.1. Conditiile generale privind alegera, dimensionarea si instalarea cailor de curent vor fi cele de la pct. 4.1.

4.8.2. Pentru realizarea cailor de curent din instalatiile electrice se vor folosi de regula conductoare si bare de aluminiu. Utilizarea conductoarelor si barelor de cupru urmeaza sa se faca in urmatoarele cazuri:

a) la circuitele care alimenteaza receptoare de importanta deosebita, cum sunt pompele de incendiu, consumatorii de siguranta la centralele electrice, atunci cand conductoarele din aluminiu sunt mai mici de 10 mm2;

b) la circuitele care alimenteaza receptoare amplasate in medii cu pericol de explozie, in cazurile indicate in normativele specifice acestor medii;

c) in incaperi si in spatii din exterior cu mediu corosiv, in cazurile in care stabilitatea chimica a aluminiului sau otelului nu este corespunzatoare si numai daca instalatiile nu pot fi realizate in executie etansa la agentii corosivi respectivi;

d) la instalatiile de pe utilajele mobile, cum sunt macaralele, podurile rulante vibratoarele si la cele de pe utilajele supuse socurilor sau vibratiilor permanente, care se pot transmite cailor de curent;

e) la instalatiile de protectie prin legare la pamant sau la nul, in cazurile mentionate in standardele in vigoare specifice acestor instalatii;

f) la circuitele de comanda, automatizare, masuta si semnalizare, cu exceptia circuitelor de alimentare a tablourilor de comanda atunci cand sectiunea este mai mare de 10 mm2 sau a unor receptoare electrice, cum sunt vanele ventilele si clapetele prevazute numai cu comanda locala si care nu fac parte din sistemul de automatizare al instalatiilor respective, cazuri in care se prevad conductoare sau cabluri de aluminiu.

4.8.3. La alegera solutiilor de realizare a instalatiilor de conexiuni si distributie se va avea in vedere posibilitatea utilizarii conductoarelor neizolate.

4.8.4. La montarea conductoarelor rigide se vor prevedea, de regula, dispozitive de prindere si de compensare, care sa permita dilatarea barelor si preluarea vibratiilor produse de manevrarea aparatelor de conectare.

4.8.5. In toate cazurile in care se utilizeaza cabluri, trebuie respectate prevederile din Normativul pentru proiectarea si executarea retelelor de cabluri electrice – PE 107, precum si indicatiile fabricii constructoare de cabluri.

4.8.6. In toate cazurile in care se utilizeaza conductoare, trebuie respectate prevederile din Normativul privind proiectarea si executarea instalatiilor electrice cu tensiuni pana la 1000 V la consumatori-I7, referitoare la aceste conductoare.

4.8.7. Imbinarile si contactele cailor de curent vor asigura posibilitatea de trecere a curentului electric corespunzator sectiunii curente, rezistenta mecanica necesara si pastrarea in timp a calitatilor mecanice si electrice ale contactelor.

4.8.8. Imbinarea conductoarelor se poate face cu suruburi sau prin sudura. Imbinarea prin lipire nu se admite. Imbinariile dintre conductoare de metale diferite se vor executa fie cu tratarea corespunzatoare a suprafetelor de contact, fie prin folosirea unor piese speciale.

4.8.9. In scopul supravegherii temperaturii imbinariilor la conductoarele rigide ale cailor de curent pentru intensitati mari, se recomanda acoperirea imbinarilor cu vopsea care isi schimba culoarea in functie de temperatura.

4.8.10. Barele sau conductoarele de nul intre punctul neutru al transformatoarelor si tablouri, precum si intre tablouri se vor monta tot ata de ingrijit ca si cele de faza, ele fiind protejate impotriva atingeriilor si deteriorariilor, ca si conductoarele sau barele de faza.

Sectiunea conductoarelor sau barelor de nul va fi egala cu sectiunea celor de faza (in cazul unor materiale identice) pana la sectiunea de 16 mm2. In cazul unor sectiuni mai mari de 16 mm2 ale conductoarelor sau barelor de faza, conductorul sau bara de nul va avea sectiuni mai mici decat conductoarele fazelor, conform STAS 6616.

Bara de nul din interiorul tabloului se va realiza din otel cu sectiunea minima de 150 mm2, daca din verificarea la stabilitatea termica la scurtcircuit nu rezulta o sectiune mai mare.

Dispunerea barelor colectoare se recomanda sa se faca in plan orizontal si numai in cazuri bine motivate se recomanda sa se faca in plan vertical.

4.8.11. In interiorul tablourilor trebuie sa se prevada pe bare suprafete neizolate si nevopsite, pentru a face posibila scurtcircuitarea si legarea la pamant. Aceste suprafete vor fi cositorite.

4.8.12. Elementele constructiilor care se gasesc in apropierea partilor conductoare de curent si care pot fi atinse de personal nu trebuie sa se incalzeasca datorita actiunii curentului electric la temperaturi peste +50Gr. C. , iar temperatura celor care nu sunt accesibile atingerii personalului nu trebuie sa depaseasca, de regula temperaturi peste +70 Gr. C.

Constructiile continand elemente metalice nu se vor verifica la incalzire in regim normal, cand curentii in caile de curent invecinate nu depasesc1000 A.

4.9. Dispunerea fazelor si marcarea

4.9.1.Sistemele de bare colectoare se marcheaza cu cifre arabe, iar cestiile aceluiasi sistem de bare colectoare cu litere majuscule.

4.9.2. Marcarile panourilor trebuie sa fie vizibile:

a) la instalatiile electrice exterioare, cel putin din locurile de unde se face manevrarea aparatelor de conectare de la fata locului;

b) la instalatiile electrice interioare, atunci cand usile tabloului sunt inchise, cat si atunci cand sunt deschise.

4.9.3. Toate circuitele din tablourile instalatiilor de conexiuni si distributie trebuie prevazute cu inscriptii vizbile si neechivoce, in care sa se indice destinatia fiecarui circuit. Inscriptiile trebuie facute pe partea din fata a tablourilor, iar, in cazul deservirii acestora din ambele parti, inscriptiile trebuie facute si pe partea din spate.

4.9.4. Sistemele de bare colectoare, precum si derivatiile acestora vor fi marcate dupa cum urmeaza:

a) faza L1 in culoarea rosu inchis ;

b) faza L2 in culoarea galben;

c) faza L3 in culoarea albastru inchis;

d) bara neutru N in culoarea negru;

e) barele de legare la pamant in culoare negru;

f) bara de nul de lucru si de protectie PEN in culoarea verde-galben;

4.9.5. Izolatia conductoarelor de nul de protectie (PE) sau a conductoarelor (comune) de nul de lucru si de protectie (PEN) trebuie sa fie de culoare verde-galben;

4.9.6. Barele neizolate PEN si PE vor fi marcate cu benzi transversale verzi si galbene;

4.9.7. In cazul conductoarelor rigide, acestea vor fi vopsite in intregime (cu exceptia imbinarilor) in culoarea respectiva.

In cazul conductoarelor flexibile, marcarea se va face numai in anumite puncte de fixare vizibile.

4.9.8. Marcarea cablurilor se va face in conformitate cu normativele PE 107 si PE 111-7.

4.9.9. De regula se vor monta inscriptii privind destinatia si indicatoare de securitate, in conformitate cu normele de protectie a muncii, in urmatoarele puncte:

a) pe toate portile si usile de acces spre spatiile de productie electrica si spre incaperile tehnologice anexe;

b) pe ingradirile exterioare (de incinta) spre spatiile de productie;

c) pe ingradirile de protectie din interiorul spatiilor de productie electrica;

d) pe instalatiile de tip inchis din spatiile de productie electrica.

4.9.10. In incaperile de productie electrica se interzice prevedera altor inscriptii, afise etc. decat cele legate direct de procesul tehnologic, de protectie a muncii si de P.S.I.

4.9.10. Culorile lampiilor care indica pozitia unui aparat de conectare trebuie sa fie, conform STAS 9153, urmatoarele:

a) verde pentru pozitia deschis;

b) alb pentru pozitia inchis.

5. Incapari de productie electrica

5.1. Incaperile continand instalatii electrice de conexiuni si distributie trebuie sa fie din materiale incombustibile

5.2. Incaperile de productie electrica trebuie sa fie finisate, incat sa permita o intretinere usoara.

5.3. In cladirile de productie electrica, amplasate in afara localitatilor se admit ferestre numai daca terenul pe care se afla aceste cladiri este imprejmuit sau pazit.

5.4. Pentru evitarea patrunderii animalelor mici in incaperile instalatiilor electrice, toate orificiile din incaperi cu alta destinatie trebuie amplasate la o distanta minima de la sol de cel putin 25 cm si prevazute cu plasa metalica cu ochiuri de cel mult 8x8 mm. Toate orificiile pentru trecerea dintr-o incapere in alta si in exterior trebuie sa fie inchise, respectiv etansate, cu materiale incombustibile.

5.5. Nu se admit denivelari ale pardoselilor sau praguri de-a lungul coridoarelor, in incaperile de productie electrica.

5.6. Se admite trecerea prin incaperile de productie electrica a unor conducte de incalzire in teava, servind exclusiv pentru instalatia respectiva, cu conditia folosirii de tevi imbinate prin sudura fara flanse, ventile etc., precum si a canalelor de ventilare din cutii sudate, fara flanse clapete etc.

Se admite si instalarea unor conducte de trecere in aceste incaperi, excuzandu-le pe cele cu lichide si gaze inflamabile sau de abur, in aceleasi conditii de mai sus.

5.7. In incaperile de productie (neelectrica), distanta intre marginea tablourilor de distributie si conductele de apa, abur, aer comprimat, gaze sau lichide inflamabile etc. trebuie sa fie minim 1,25 m.

5.8. Prevedera iluminatului natural in incaperile de productie electrica nu este obligatorie. Incaperile instalatiilor electrice trebuie prevazute cu iluminat electric, conform normativelor I7 si PE 136.

5.9. Incaperile instalatiilor electrice vor fi prevazute, de regula cu ventilatie naturala. In cazul in care ventilatia naturala nu asigura conditiile climatice indicate la pct.2.12., trebuie prevazute instalatii de ventilatie mecanica.

5.10. In zone cu atmosfera poluata sau agresiva din punct de vedere chimic, se recomanda ca incaperile de productie electrica sa fie prevazute cu instalatii care sa impiedice patrunderea acestei atmosfere in interior (eventual instalatii de suprapresiune).

Anexa 1

Lista reglementarilor tehnice conexe

A. Normative aprobate de alte unitati centrale decat MEE

1. 1975 - Norme republicane de protectia muncii
2. I 7/78 - Normativ privind proiectarea si executarea instalatiilor electrice cu tensiuni pana la 1000 V la consumatori
3. P 118/83 –Norme tehnice de proiectare si realizare a constructiilor privind protectia la actiunea focului
4. ID 17 -Normativ privind proiectarea instalatiilor in medii cu pericol de explozie

B. Normative aprobate de MEE

1. PE 009/81 -Norme de prevenire stingere si dotare impotriva incendiilor pt. ramura energiei electrice si termice
2. PE 022-1/79 - Directive de proiectare a centralelor termoelectricea retelelor electrice de transport si termoficare
3. PE101/85 - Normativ pentru constructia instalatiilor electrice peste 1 kV.
4. PE 103/70 - Instructiuni pentru dimensionarea si verificarea instalatilor electro.
5. PE 106/83 - Normativ pentru constructia liniilor de joasa tens aeriene
6. PE 107/81 - Normativ pentru proiect si executia retelelor de cabluri electrice
7. PE 111/7-85 - Instructiuni pentru proiectarea statiilor de conexiuni si trans.
8. PE 112/82 - Normativ pentru proiectarea instalatiilor de curent continuu din centrale si statii electrice
9. PE 119/82 ?(in revizuire) - Norme de protectia muncii in instalatii electrice
10. PE 136/80 - Normativ republican privind folosirea rationala a energiei electrice la ilumunatul artificial, precum si in utilizari casnice
11. PE 143/80 - Normativ privind limitarea regimului deformant
12. PE 148/85 - Normativ privind conditiile generale de proiectare antiseismica a instalatiilor tehnologice din statiile electrice

C. Standarde

1. 930-75 - Retele electrice. Tensiuni nominale si abateri admisibile
2. 4102-80 - Piese pentru instslstii de legare la pamant de protectie
3. 4936-86 - Marcarea barelor si baretelor colectoare pentru centrale si steme electrice de conexiune si transformare
4. 5325-79 - Grade normale de protectie ale utilajelor electrice. Clasificare si simbolizare.
5. 6119-78 - Instalatii electrice de joasa tensiune. Instalatii de legare la pamant de protectie. Prescriptii.
6. 6616-83 (completat in 85) - Legare la nul de protectie. Prescriptii
7. 6877/1/73 - Echipamente electrice pentru atmosfera explozibila. Conditii tehnice generale de calitate.
8. 7137-73 - Materiale plastice. Determinarea rezistentei la incandescenta a materialelor plastice rigide.
9. 9153-68 - Culorile indicatoarelor luminoase de semnalizare si a butoanelor de comanda luminoase.
10. R 9321-75 - Prefabricate electrice de joasa tensiune.
11. 9638-74 - Marcarea conductoarelor izolate pentru identificarea circuitelor instalatiilor electrice.

Anexa 2

Gradul de protectie minim admis pentru tablouri de distributie si bare de distributie in diferite categorii de incaperi si spatii

Denumirea echipamentului	Categoria incaperii,locului sau spatiului							
	U0	U1	U2	U3	PI PC	EE	C Pericol de incendiu	Spatiu expus la intemperii
Tablouri de distributie si bare de distributie	IP30	IP30	IP33	IP54	IP44	IP00	IP30	IPW33

Observatii

1. Categoria incaperii, locului sau spatiului este in conformitate cu normativul republican I 7.
2. Gradele normale de protectie sunt in conformitate cu STAS 5325-79.

NTE 003/04/00 – Norme tehnice privind proiectarea și execuția LEA

I. SCOP

Art. 1. Normativul are drept scop stabilirea:

- condiţiilor şi principiilor de dimensionare şi construire a liniilor aeriene de energie electrică, proiectate şi instalate astfel încât să funcţioneze în siguranţă în condiţiile climatice normale, la tensiunea de funcţionare maximă, în condiţiile efectelor încărcărilor de curent şi în condiţiile încărcărilor de scurtcircuit ce pot apărea. De asemenea, trebuie luat în considerare impactul supratensiunilor de comutaţie şi de impuls atmosferic.
- modului de delimitare a culoarelor de trecere (de funcţionare), respectiv a zonelor de protecţie şi a zonelor de siguranţă ale liniilor aeriene de energie electrică;
- condiţiilor tehnice, restricţiilor şi interdicţiilor care se impun pentru coexistenţa liniilor aeriene de energie electrică cu elemente naturale, construcţii sau instalaţii din vecinătatea lor;
- suprafeţelor de teren necesare construirii, exploatării şi mentenanţei liniilor aeriene de energie electrică.

II. DOMENIU DE APLICARE

Art. 2. Prezentul normativ se aplică la:

a) proiectarea, verificarea, reabilitarea, lucrări de intervenție, reparația, consolidarea şi construirea, de către agenţii economici atestaţi în condiţiile legii, a liniilor aeriene noi de energie electrică ale operatorilor de reţea electrică sau ale utilizatorilor, instalate în regim definitiv sau temporar;
b) emiterea de către operatorii de reţea electrică a avizelor de amplasament pentru obiective (construcţii sau instalaţii) care se realizează în vecinătatea liniilor aeriene de energie electrică;
c) urmărirea de către operatorii de reţea a îndeplinirii condiţiilor de coexistenţă a liniilor electrice cu elementele naturale, obiective (construcţiile şi instalaţiile) din vecinătate, precum şi la stabilirea de restricţii şi interdicţii pentru realizarea acestora.

Art. 3. Prezentul normativ se aplică pentru linii aeriene de energie electrică cu tensiunea nominală peste 1000 V și include prevederi privind:
a) proiectarea şi construirea liniilor aeriene de energie electrică noi sau a tronsoanelor de linii aeriene de energie electrică noi. Determinarea încărcărilor normate pentru calculul mecanic al liniilor aeriene de energie electrică noi se va face în conformitate cu prevederile art. 9.b.
b) verificarea, reabilitarea, reparația sau consolidarea liniilor aeriene de energie electrică existente. Determinarea încărcărilor normate și calculul mecanic al liniilor aeriene de energie electrică existente se va face în conformitate cu prevederile art. 9.a și art. 11. În cazul în care se urmărește creșterea nivelului de fiabilitate al liniilor aeriene de energie electrică existente, verificarea și calculul mecanic se vor face, la solicitarea operatorilor de reţea electrică sau ale utilizatorilor, în conformitate cu prevederile art. 9.b.;
c) proiectarea și construirea liniilor aeriene de energie electrică provizorii sau temporare, inclusiv cele instalate în regim de urgență. Determinarea încărcărilor normate pentru calculul mecanic se va face în acest caz în conformitate cu prevederile art. 9.b cu nivele de fiabilitate reduse față de proiectarea și construirea liniilor aeriene de energie electrică noi.

La proiectarea şi construirea liniilor aeriene de energie electrică cu tensiunea nominală de 750 kV se va ţine seama şi de prevederile prescripţiilor energetice specifice ale operatorului de transport şi de sistem.

Art. 4. Adaptarea liniilor electrice aeriene existente la prevederile prezentului normativ se va face cu ocazia lucrărilor de modernizare, de retehnologizare sau de mentenanţă, în măsura în care exploatarea lor prezintă inconveniente deosebite (pericole pentru oameni, pentru siguranţa construcţiilor sau pentru alimentarea consumatorilor).

Art. 5. Normativul nu se aplică la construcţia liniilor aeriene de energie electrică a căror construcţie este reglementată prin prescripţii tehnice speciale, ca de exemplu: linii de contact pentru căi ferate electrificate, pentru tramvaie şi troleibuze, pentru maşini de ridicat şi transport etc.

Art. 6. Aplicarea prezentului normativ se face cu respectarea prevederilor tuturor normelor din sectorul energiei electrice şi/sau din egislaţia sectoarelor adiacente, referitoare la linii aeriene şi
la încadrarea lor în mediul înconjurător. Cerinţele din prezentul normativ sunt minimale.

Art. 7. Pentru linii electrice aeriene de interconexiune între sistemele electroenergetice ale României şi ale altor ţări se pot utiliza şi alte reglementări de proiectare, cu condiţia ca să nu se adopte prevederi inferioare celor din prezentul normativ.

III. TERMINOLOGIE ŞI ABREVIERI

Agresivitate a mediului	Stare a mediului natural, impurificat sau nu cu substanţe, care, în condiţii de exploatare, produce efectul de coroziune al metalului din care sunt realizate componentele LEA.
Aliniament	Porţiune de linie electrică aeriană compusă dintr-una sau mai multe deschideri, în care linia îşi menţine direcţia (figura 1).
Apropiere a LEA de un obiect oarecare	Acea situaţie de vecinătate în care LEA nu încrucişează obiectul respectiv.
Armături	Dispozitive cu ajutorul cărora se asamblează şi se montează conductoare, izolatoare şi alte accesorii ale liniilor electrice aeriene.
Armături de protecţie	Dispozitive cu rol de protejare a conductoarelor şi a suprafeţelor izolatoarelor contra atingerii directe cu arcul electric ce poate apare datorită unor supratensiuni, de reducere a perturbaţiilor electromagnetice şi de uniformizare a câmpului electric în lungul lanţului de izolatoare.
Aviz de amplasament	Răspuns scris care se dă de către operatorul de reţea la cererea unui solicitant şi care precizează poziţia acestuia faţă de propunerea de amplasament a obiectivului solicitat.
Cazuri excepţionale sau obligate	Acele cazuri în care, din considerente tehnico-economice, nu se pot aplica prevederile normativului.
Circuit al unei LEA	Ansamblu de conductoare active care constituie o cale independentă de vehiculare a energiei electrice şi poate fi trifazat, bifazat sau monofazat.
Cleme	Dispozitive care se află în contact direct cu calea de curent şi permit executarea legăturilor electrice.
Conductoare ale LEA	Funii metalice întinse liber între punctele de prindere la stâlpi sau alte construcţii speciale, aparţinând LEA, indiferent dacă sunt sau nu sub tensiune.

Conductoare active	Conductoare care servesc drept căi de curent pentru transportul sau distribuţia energiei electrice, putând fi unice pe fază sau ansambluri de două sau mai multe pe fază, caz în care se numesc fasciculare. Conductoarele active pot fi neizolate, izolate sau izolate şi torsadate.
Conductoare de protecţie	Conductoare destinate a proteja LEA împotriva loviturilor directe de trăsnet.
Conductoare de protecţie cu fibră optică înglobată – denumite şi OPGW (OPtical Ground Wires)	Conductoare destinate a proteja LEA împotriva loviturilor directe de trăsnet şi de a asigura transferul de comunicaţii prin fibrele optice înglobate.
Coordonare a izolaţiei	Alegere a rigidităţii dielectrice a echipamentului în raport cu tensiunile care pot apărea în reţeaua pentru care este destinat echipamentul, luând în considerare caracteristicile mijloacelor de protecţie disponibile cu scopul reducerii la nivel acceptabil, din punct de vedere economic şi al exploatării, al posibilităţii ca solicitările dielectrice rezultate, aplicate echipamentului, să provoace deteriorarea izolaţiei acestuia sau să afecteze continuitatea de funcţionare.
Culoar de trecere (de funcţionare) a liniei electrice	Suprafaţa terestră situată de-a lungul liniei electrice şi spaţiului aerian de deasupra sa, în care se impun restricţii din punctul de vedere al coexistenţei liniei cu elementele naturale, obiectele, construcţiile şi instalaţiile aferente acesteia; culoarul de trecere include zona de protecţie şi zona de siguranţă.
Culoar de exploatare a LEA	Fâşie de teren neamenajată, situată în lungul traseului liniei, între drumurile de acces permanente existente în zonă, permiţând accesul pedestru al personalului de exploatare.
Culoar de lucru a LEA	Fâşie de teren care poate fi ocupată temporar, situată de regulă de-a lungul axului liniei, cuprinsă între platformele de montaj, necesară montării conductoarelor, accesului utilajelor şi transportului materialelor de montaj.
Denivelare, h_i	Distanţă măsurată pe verticală între punctele de prindere ale conductorului la doi stâlpi consecutivi (figura 1).
Deschidere, a_i	Distanţă măsurată pe orizontală între axele a doi stâlpi consecutivi (figura 1).
Deschidere nominală, a_n	Deschidere convenţională, la care punctele de prindere ale conductoarelor se găsesc în acelaşi plan orizontal, terenul este plan, iar la săgeata maximă, gabaritul la sol al liniei este cel minim admisibil, rezultată ca o valoare optimă din calculele tehnico-economice.

	Deschiderii nominale îi corespunde înălţimea normală (nominală) a stâlpilor (figura 1).
Deschidere virtuală, a_h, a unei deschideri denivelate	Distanţă la locul în care orizontala dusă printr-unul din punctele de prindere ale conductorului intersectează curba reală a conductorului sau prelungirea ei, după cum punctul considerat este inferior sau superior punctului de prindere al conductorului la stâlpul adiacent (figura 1).
Deschidere la încărcări din vânt, a_v	Semisumă a deschiderilor reale adiacente unui stâlp, de care depind încărcările orizontale care acţionează asupra stâlpului, provenite din presiunea vântului pe conductoare (figura 1).
Deschidere la încărcări verticale, a_g	Semisumă a deschiderilor virtuale adiacente unui stâlp, de care depind încărcările verticale care acţionează asupra stâlpului, provenite din greutatea conductoarelor (figura 1).
Deschideri de dimensionare a stâlpilor	Deschideri la încărcări din vânt, a_v, şi la încărcări verticale, a_g, adoptate la dimensionarea stâlpilor, pe baza criteriilor de acoperire a tuturor amplasamentelor de pe traseul unei linii electrice aeriene, cu luarea în considerare a criteriilor tehnico-economice (la stâlpii normali se adoptă, de regulă, deschiderile de dimensionare: $a_v = (1{,}05 \div 1{,}1) \cdot a_n$ şi $a_g = (1{,}4 \div 1{,}6) \cdot a_n$ pentru zona meteorologică de dimensionare.
Deschidere la distanţa între faze, a_f	Deschidere reală între doi stâlpi consecutivi în care se realizează o săgeată a conductorului maxim permisă de distanţa minimă existentă pe stâlp între conductoarele diferitelor faze sau între acestea şi conductoarele de protecţie. De regulă, $a_f = (1{,}2 \ldots 1{,}3) \cdot a_n$..
Drum de acces	Fâşie de teren cu lăţimea de 2,75 m care se ocupă temporar pentru accesul mijloacelor de transport la culoarul de lucru a LEA.
Echipament al LEA	Ansamblu de conductoare, izolatoare, cleme şi armături, montat pe stâlpii LEA.
Forţă calculată de rupere a unui conductor multifilar	Forţă determinată în mod convenţional, în funcţie de caracteristicile mecanice ale materialelor firelor componente şi de alcătuirea constructivă a conductorului, potrivit standardelor de conductoare în vigoare. În cazul conductoarelor multifilare nestandardizate, forţa se determină cu ajutorul metodei indicate în standardele de conductoare similare.
Forţă minimă de rupere a unui conductor multifilar	Forţă de rupere a conductorului determinată prin încercări, a cărei valoare nu trebuie să fie mai mică de 95% din valoarea sarcinii de rupere calculate.

Fundaţii ale stâlpilor	Elemente de construcţie cu ajutorul cărora se fixează în sol stâlpii, inclusiv ancorele acestora.
Instalaţii de legare la pământ ale LEA	Instalaţii care stabilesc în mod voit legătura cu pământul a elementelor bune conductoare de curent electric, care nu fac parte din căile de curent, dar care pot ajunge accidental sub tensiune.
Izolatoare	Elemente componente ale LEA cu ajutorul cărora se realizează izolarea părţilor aflate sub tensiune între ele şi faţă de părţile legate la pământ.
Încărcări normate	Valori extreme ale încărcărilor (maxime sau minime probabile), definite statistic, realizabile cu o anumită probabilitate (95 ÷ 97,5)%.
Încărcări de calcul	Valori extreme ale încărcărilor care se realizează cu o probabilitate de 99,9% şi care se determină prin înmulţirea încărcărilor normate cu coeficienţii parţiali de siguranţă şi cu cei de grupare a încărcărilor.
Încrucişare a LEA cu un obiect oarecare	Acea situaţie în care, în proiecţie orizontală, cel puţin unul din conductoarele LEA, în poziţie normală sau deviată şi obiectul respectiv se intersectează.
Legătură dublă	Legătură a conductorului de fază la stâlpii de susţinere sau întindere ai unei linii electrice aeriene cu izolatoare suport, executată cu ajutorul a două izolatoare, pe unul dintre izolatoare executându-se legătura principală a conductorului care preia efortul din conductor în regimul normal de funcţionare a liniei, iar pe celălalt izolator efectuându-se legătura care este pregătită să intervină în cazul deteriorării legăturii principale.
Legătură de siguranţă	Legătură auxiliară a conductorului de fază la un stâlp de susţinere cu izolatoare suport, executată cu ajutorul unei bucăţi de conductor dispusă la nivelul gâtului izolatorului, pe partea dinspre stâlp şi fixat mecanic de conductor, de o parte şi de alta a izolatorului de susţinere, pentru împiedicarea căderii conductorului pe sol în cazul ruperii legăturii de susţinere.
Linie aeriană de energie electrică - denumită şi linie electrică aeriană (LEA)	Instalaţie montată în aer liber care serveşte la transportul şi distribuţia energiei electrice fiind alcătuită din conductoare, izolatoare, cleme, armături, stâlpi, fundaţii şi instalaţii de legare la pământ. Din punct de vedere constructiv, LEA pot fi: simplu circuit, dublu circuit sau multiplu circuit.
Lungime a liniei de fugă	Lungime minimă măsurată pe suprafaţa izolaţiei externe între părţile metalice cu potenţial electric diferit.

	Când izolaţia este compusă din mai multe elemente separate prin părţi metalice, drept lungime a liniei de fugă a izolaţiei se consideră suma lungimilor liniilor de fugă ale diferitelor elemente, exclusiv părţilor bune conducătoare de electricitate.
Lungime specifică a liniei de fugă	Raport dintre lungimea totală a liniei de fugă a izolatorului, exprimată în centimetri şi tensiunea cea mai ridicată a reţelei între faze, exprimată în kilovolţi (cm/kV).
Mediu cu pericol de explozie	Spaţiu în care se manipulează sau se vehiculează produse explozive, definit conform normativului ID 17.
Panou de întindere	Porţiune de linie compusă dintr-una sau mai multe deschideri, cuprinsă între doi stâlpi de întindere consecutivi (figura 1).
Părţi de construcţie ale LEA	Elemente care susţin deasupra solului echipamentele LEA şi cuprind: stâlpi, fundaţii şi alte construcţii speciale.
Platformă de lucru a LEA	Suprafaţă de teren în jurul stâlpilor necesară pentru execuţia de lucrări noi, de modernizare, de retehnologizare sau de mentenanţă a LEA.
Poluare atmosferică	Stare a aerului atmosferic impurificat cu substanţe (gaze, praf etc.) care, în condiţii de exploatare, poate da naştere, la suprafaţa izolatorului, unui mediu conducător electric.
Porţiuni speciale de traseu	Acele porţiuni din traseul liniei, în care apare coexistenţa LEA cu elementele naturale, obiectele, obiectivele, instalaţiile, construcţiile etc., situate în imediata apropiere a liniei sau cu care linia se încrucişează. Faţă de acestea, linia trebuie realizată, astfel încât să se asigure, pe de o parte, buna funcţionare a liniei, iar pe de altă parte, condiţiile necesare existenţei şi funcţionării în bune condiţii a elementelor afectate de prezenţa liniei.
Priză naturală de pământ a LEA	Priză de pământ constituită din elemente conductoare în contact permanent cu solul, ale unor construcţii sau instalaţii destinate diferitelor scopuri, dar care pot fi folosite în acelaşi timp pentru trecerea curentului de defect, dacă elementele conductoare sunt legate electric direct între şi la părţile metalice ale LEA.
Priză artificială de pământ	Priză de pământ ale cărei elemente componente sunt constituite special pentru trecerea curentului de defect.
Regim normal de funcţionare al unei LEA	Regim în care linia în ansamblu şi elementele sale componente se găsesc în stare de funcţionare, fără a fi afectate prin ruperi, deformări etc.

Regim de avarie al unei LEA	Regim în care apar deformări ale elementelor componente, ruperi sau topiri ale conductoarelor, ruperi de izolatoare, cleme şi armături, ruperea sau pierderea stabilităţii stâlpilor sau a fundaţiilor etc., urmate în general de întreruperea funcţionării liniei. Regimul de avarie al unei LEA, considerat ca ipoteză de calcul, este regimul în care izolatoarele şi lanţurile de izolatoare, stâlpii şi fundaţiile LEA sunt solicitate în mod diferit faţă de regimul normal de funcţionare în urma ruperii conductoarelor sau izolatoarelor.
Reţea electrică	Ansamblu de linii, inclusiv elemente de susţinere şi de protecţie a acestora, staţiile electrice şi alte echipamente electroenergetice conectate între ele.
Rezistenţă mecanică normată şi sarcină mecanică normată	Valori ale acestor mărimi care se realizează cu o asigurare de cel puţin 95% şi care se stabilesc statistic ca valori caracteristice normate, corespunzătoare unui coeficient de variaţie normat care are o valoare reprezentativă pentru calitatea de ansamblu a producţiei, în perioada respectivă.
Rezistenţă mecanică de calcul şi sarcină mecanică de calcul	Valori ale rezistenţei mecanice normate, respectiv ale sarcinii mecanice normate, împărţite printr-un coeficient de siguranţă al materialului sau elementului constructiv respectiv, care se realizează cu o asigurare de cel puţin 99,9%.
Rezistenţă de rupere calculată, p_{rc}, şi rezistenţă de rupere minimă, $p_{r\ min}$, ale unui conductor funie	Raport între valoarea forţei de rupere calculate, respectiv a forţei de rupere minime şi secţiunea reală a conductorului.
Săgeată a unui conductor într-un anumit punct	Distanţă măsurată pe verticală între punctul respectiv de pe curba conductorului şi dreapta care uneşte cele două puncte de suspensie ale conductorului. Când suspensia se realizează prin intermediul unor lanţuri de întindere, punctele de suspensie se consideră la prinderea lanţurilor de elementele stâlpilor. În funcţie de condiţiile climato-meteorologice existente la un moment dat, săgeata conductorului într-un anumit punct poate avea diferite valori (de exemplu: maximă, minimă, medie). Cea mai mare săgeată a conductorului poate fi considerată practic la mijlocul deschiderii (figura 1).
Secţiune reală a unui conductor funie, S_c	Sumă a secţiunilor firelor componente ale conductorului.

Secţiune nominală a unui conductor funie	Valoare rotunjită a secţiunii sale reale, valoare care serveşte la denumirea conductorului; în cazul conductoarelor alcătuite din două metale, se exprimă prin valorile rotunjite ale secţiunilor ambelor metale.
Stâlpii LEA	Construcţii din metal, beton armat, lemn sau alte materiale care susţin echipamentul LEA deasupra solului.
Suprafaţă a fundaţiei stâlpului LEA	Suprafaţă de teren determinată de figura geometrică rezultată din perimetrarea fundaţiei stâlpului deasupra solului, inclusiv a ancorelor.
Supratensiune	Orice tensiune, dependentă de timp, între fază şi pământ sau între faze, a cărei valoare sau ale căror valori de vârf depăşesc valorile de vârf $U_m \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$, respectiv $U_m \cdot \sqrt{2}$, corespunzătoare tensiunilor cele mai ridicate pentru echipament. Supratensiunile sunt totdeauna fenomene tranzitorii.
Supratensiune de comutaţie	Supratensiune fază-pământ sau între faze care apare într-un punct dat al reţelei, datorită unei operaţii de comutare a unui defect sau altor cauze şi a cărei formă poate fi asimilată în ceea ce priveşte coordonarea izolaţiei cu cea a impulsurilor normalizate, utilizate pentru încercările cu impuls de tensiune de comutaţie.
Supratensiune temporară	Supratensiune sub forma unor oscilaţii neamortizate sau slab amortizate între fază şi pământ sau între faze care apare într-un punct dat al unei reţele, pentru o durată relativ mare.
Supratensiune de trăsnet	Supratensiune fază-pământ sau între faze care apare într-un punct dat al reţelei datorită unei descărcări atmosferice sau unei alte cauze şi a cărei formă poate fi asimilată, în ceea ce priveşte coordonarea izolaţiei, cu cea a impulsurilor normalizate, utilizate pentru încercarea cu impuls de tensiune de trăsnet.
Tensiune nominală a unei linii, U_n	Valoare efectivă a tensiunii între faze, prin care este definită linia şi la care se referă unele caracteristici de funcţionare ale acesteia.
Tensiune maximă de serviciu, U_m	Valoare efectivă maximă a tensiunii între faze care poate să apară în condiţii normale de funcţionare în orice punct al liniei, într-un moment oarecare.
Tensiune convenţională de ţinere la impuls de comutaţie / trăsnet	Valoare de vârf a unei tensiuni de impuls de comutaţie / trăsnet, aplicată în cursul "încercărilor de impuls", pentru care izolaţia nu trebuie să prezinte nici o descărcare disruptivă, dacă este supusă unui număr de impulsuri de această valoare în condiţii specificate.

Tensiune statistică de ţinere la impuls de comutaţie / trăsnet	Valoare de vârf a unei tensiuni de impuls de comutaţie / trăsnet, aplicată în cursul "încercărilor de impuls", pentru care probabilitatea de ţinere este egală cu o probabilitate de referinţă specificată.
Tensiune de 50% conturnări a unei izolaţii, $U_{50\%}$	Valoare maximă a unei tensiuni standardizate care, aplicată izolaţiei respective de un număr de ori, produce conturnarea acesteia în 50% din cazuri.
Tensiune nominală de ţinere de scurtă durată la frecvenţă industrială	Valoare efectivă a tensiunii sinusoidale de frecvenţă industrială, pe care izolaţia echipamentului trebuie să o suporte în timpul încercărilor efectuate în condiţii specificate şi pentru o durată specificată care, în general, nu depăşeşte un minut.
Tracţiune în conductor, T	Rezistenţă care ia naştere în conductor, înmulţită cu secţiunea reală a conductorului, în diferite stări de funcţionare.
Tracţiune orizontală, T_o, în conductor	Valoare a tracţiunii în punctul în care tangenta la curba conductorului este orizontală.
Traversare şi subtraversare	Acele încrucişări în care LEA trece pe deasupra, respectiv pe sub obiectul încrucişat.
Unghi de protecţie al conductoarelor de protecţie	Unghi format de verticala dusă prin urma conductorului de protecţie cu dreapta care uneşte această urmă, cu urma unui conductor activ protejat, aceste urme fiind situate în plan perpendicular, pe axul liniei electrice aeriene protejate.
Unghi de protecţie de referinţă	Unghi de protecţie realizat la stâlpul LEA pentru condiţii de dimensionare a LEA.
Zonă de protecţie	Zonă adiacentă capacităţii energetice, extinsă în spaţiu, în care se introduc interdicţii privind accesul persoanelor şi regimul construcţiilor.
Zonă de siguranţă	Zonă adiacentă capacităţilor energetice, extinsă în spaţiu, în care se instituie restricţii şi interdicţii în scopul asigurării funcţionării normale şi pentru evitarea punerii în pericol a persoanelor, bunurilor şi mediului; zona de siguranţă cuprinde şi zona de protecţie.
Zone cu circulaţie frecventă	Zone din: • interiorul perimetrului construibil al localităţilor; • curţile locuinţelor din afara perimetrului construibil al localităţilor; • unităţile industriale, agricole, de transporturi, militare etc., situate în afara localităţilor, inclusiv o porţiune de 15 m de la gardul unităţii, mai puţin obiectivele energetice (staţii, centrale);

	• în afara localităţilor unde pot apărea frecvent aglomerări de persoane, cum sunt: locurile amenajate pentru agrement şi turism, popasuri, campinguri, staţii ale unităţilor de transport în comun etc. Nu se consideră zone cu circulaţie frecventă incintele îngrădite unde are acces numai personalul de serviciu special instruit, precum şi zonele din apropierea drumurilor şi şoselelor din afara localităţilor.
Zone cu circulaţie redusă	Zone care nu se încadrează în categoriile celor cu circulaţie frecventă.
Zonă a drumului	Porţiune a amprizei drumului, plus câte două fâşii laterale, de fiecare parte a ei, denumite zone de siguranţă, respectiv de protecţie (figura 12). Lăţimea zonei drumului se stabileşte prin planurile de situaţie sau proiectele de construcţie, modernizare şi modificare a drumurilor, întocmite potrivit normelor stabilite prin lege.

IV. ACTE NORMATIVE DE REFERINŢĂ

Legea 123/2012 Legea 104/2011	Legea energiei electrice și a gazelor naturale. Legea privind calitatea aerului înconjurător.
Legea republicată în 199818/1991,	Legea fondului funciar actualizată, republicată în 1998.
Legea 213/1998, actualizată în 2013 Ordonanța de Urgență nr. 195/2005, actualizată	Legea privind proprietatea publică şi regimul juridic al acesteia. Ordonanța de Urgență privind protecția mediului.
Legea 107/1996, actualizată	Legea Apelor.
Legea 46/2008	Codul Silvic.
Legea 528/2002	Aprobarea O.G. 22/1999 privind administrarea porturilor şi serviciile în porturi.
Legea nr.333/2003,	Legea privind paza obiectivelor, bunurilor, valorilor si protecția persoanelor.
Ordonanţa 43/1997, republicată în 1998	Ordonanţa privind regimul juridic al drumurilor.
Ordinul nr. 4/2007 Ordinul nr. 135/2010	Aprobarea Normei tehnice privind delimitarea zonelor de protecție și de siguranță aferente capacităților energetice – revizia I. Aprobarea Metodologiei de aplicare a evaluării impactului asupra mediului pentru proiecte publice și private.
Ordin M.A.P.M. nr. 863/2002	Aprobarea ghidurilor metodologice aplicabile etapelor procedurii-cadru de evaluare a impactului asupra mediului.

O.M.T. nr. 571/1997	Norme tehnice privind proiectarea şi amplasarea construcţiilor, instalaţiilor şi panourilor publicitare în zona drumurilor, pe poduri, pasaje, viaducte şi tuneluri rutiere.
Legea 319/2006	Legea securității și sănătății în muncă.
H.G. 1425/2006	H.G. pentru aprobarea Normelor metodologice de aplicare a prevederilor legii securității și sănătății în muncă.
O.G.R. nr. 43/1997, republicată	Ordonanța nr. 43/1997 privind regimul drumurilor.

V. CONDIŢII CLIMATO-METEOROLOGICE, ÎNCĂRCĂRI, GRUPAREA ÎNCĂRCĂRILOR

V.1. Condiţii climato-meteorologice

Art. 8. Teritoriul ţării noastre se împarte în zone meteorologice care diferă din punct de vedere al intensităţii şi al frecvenţei de manifestare a principalilor factori climato-meteorologici, de care trebuie să se ţină seama la construirea liniilor aeriene de energie electrică: vântul, depunerile de chiciură, temperatura aerului.

Art. 9.

a) La determinarea încărcărilor normate pentru calculul mecanic al LEA existente, se vor considera condiţiile prevăzute în tabelele 1 şi 2 pentru zona meteorologică corespunzătoare din figura 2.a.

Încărcările normate din vânt au fost determinate cu o perioadă de revenire de 10 ani, iar cele provenite din depuneri de chiciură cu o perioadă de revenire de 10 ani pentru LEA cu tensiuni până la 110 kV inclusiv şi de 15 ani pentru LEA 220 şi 400 kV.

În cazul LEA având circuite cu tensiuni diferite, se vor adopta condiţiile prevăzute în tabelele 1 şi 2 pentru tensiunea cea mai mare.

b) La determinarea încărcărilor normate pentru calculul mecanic al LEA noi, provizorate sau construcții temporare noi, se vor considera condițiile prevăzute în Figurile 2.b, 2.c și 2d bazate pe măsurători (date meteo) furnizate de ANM în anul 2015. Calculul se va face în conformitate cu Anexa 4 (preluată din SR EN 50341-1, Cap. 4 Acțiuni asupra liniilor).

Încărcările normate din vânt și chiciură au fost determinate cu o perioadă de revenire de 50 ani, corespunzător nivelului de fiabilitate 1.

Nivelele de fiabilitate vor fi conforme cu tabelul 3.1 – Nivele de fiabilitate, Anexa 3 (preluată din SR EN 50341-1, Cap 3).

Nivelele de fiabilitate 2 sau 3 vor fi selectate pentru situații speciale (condiții speciale de traseu mari, traversări, etc.).

Art. 10. În anumite zone cu caracter local, în care se constată condiţii meteorologice mai grele decât cele prevăzute în acest normativ se pot adopta valori mai mari. Aceste valori trebuie să fie justificate prin date statistice furnizate de A.N.M. sau rezultate din statisticile de exploatare a liniilor aeriene de energie electrică şi de telecomunicaţii din zonele respective şi să aibă frecvenţa de apariţie de cel puţin o dată la zece ani.

Art. 11. Presiunile dinamice ale vântului (corespunzătoare vitezei mediate pe două minute), prevăzute în tabelul 1, sunt considerate pentru înălţimi deasupra solului până la 10 m, ca presiuni de bază.

Pentru elementele componente ale liniilor, situate la înălţimi diferite faţă de sol, presiunile de bază din tabelul 1 sau determinate conform art. 10 cu relaţia de la art. 14 se vor majora prin înmulţirea cu coeficienţii de rafală, β, prevăzuţi în figurile 3 şi 4.

Art. 12. a) La determinarea încărcărilor normate pentru izolatoare, stâlpi şi fundaţii, provenite din presiunea vântului asupra conductoarelor neacoperite sau acoperite de chiciură, ca înălţime deasupra solului se va considera distanţa măsurată între centrul de greutate al curbelor conductorului şi sol, distanţă care este dată de relaţia:

$$H = h_{cl} - \frac{2}{3} \cdot f_c \cdot \sin \alpha_c \qquad [m], \qquad (V.1)$$

unde:

- h_{cl} este distanţa medie a punctelor de prindere în clemă a conductoarelor situate la diferite înălţimi faţă de sol, în metri ($h_{cl} = h_{pr} - l_{iz} \cdot \sin \alpha_{iz}$), în cazul stâlpilor echipaţi cu lanţuri de susţinere;
- h_{pr} - distanţa punctului de prindere al lanţului de izolatoare faţă de sol, în metri;
- f_c - valoarea săgeţii conductoarelor în condiţiile din art. 23, punctele d sau g, în metri;
- l_{iz} - lungimea lanţului de susţinere, în metri;
- α_c - unghiul maxim de înclinare a conductorului sub acţiunea vântului (relaţia VIII.5);
- α_{iz} - unghiul maxim de înclinare a lanţului de izolatoare sub acţiunea vântului (relaţia VIII.4).

În cazul stâlpilor echipaţi cu lanţuri de întindere $l_{iz} = 0$ şi $h_{cl} = h_{pr}$.
Înălţimea H se determină pentru fiecare nivel de prindere al conductoarelor.

Figura 2a. Zonarea teritoriului României din punct de vedere al condiţiilor climato-meteorologice.
Figura 2b. Distribuția teritorială a vitezei maxime a vântului (m/s) nesimultan cu chiciură cu o perioadă de revenire de 50 ani
Figura 2c. Distribuția teritorială a vitezei maxime anuale a vântului (m/s) simultan cu chiciură cu o perioadă de revenire de 50 de ani
Figura 2d. Distribuția teritorială a grosimii maxime anuale a stratului de chiciură (mm) cu o perioadă de revenire de 50 de ani

Figura 2a. Zonarea teritoriului României din punct de vedere al condiţiilor climato-meteorologice.

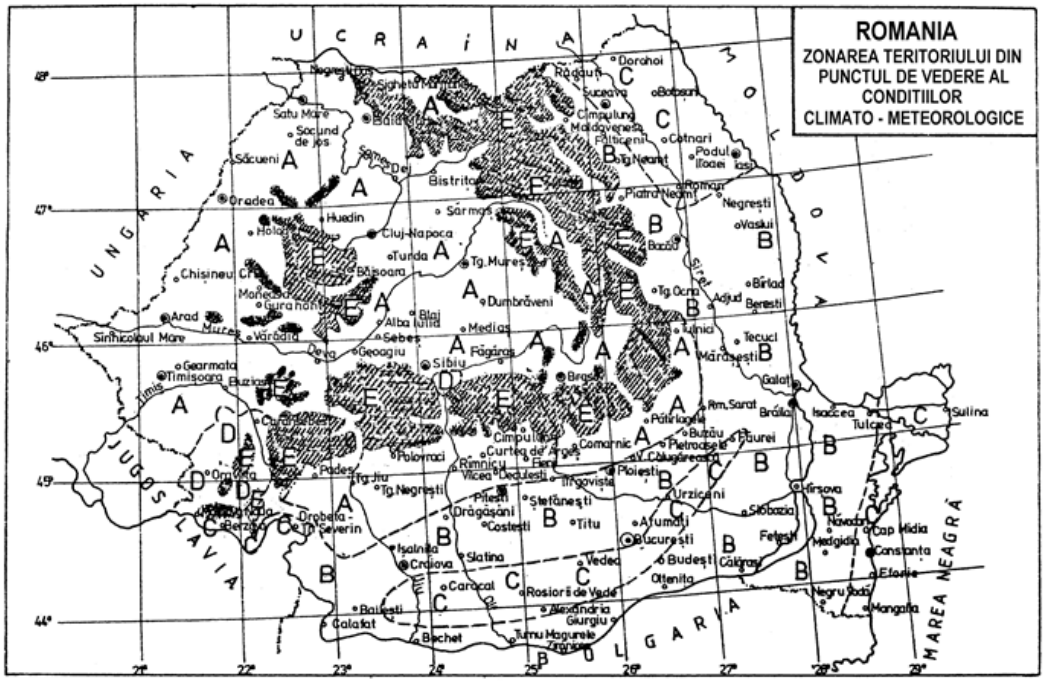


Figura 2b. Distribuția teritorială a vitezei maxime a vântului (m/s) nesimultan cu chiciură cu o perioadă de revenire de 50 ani

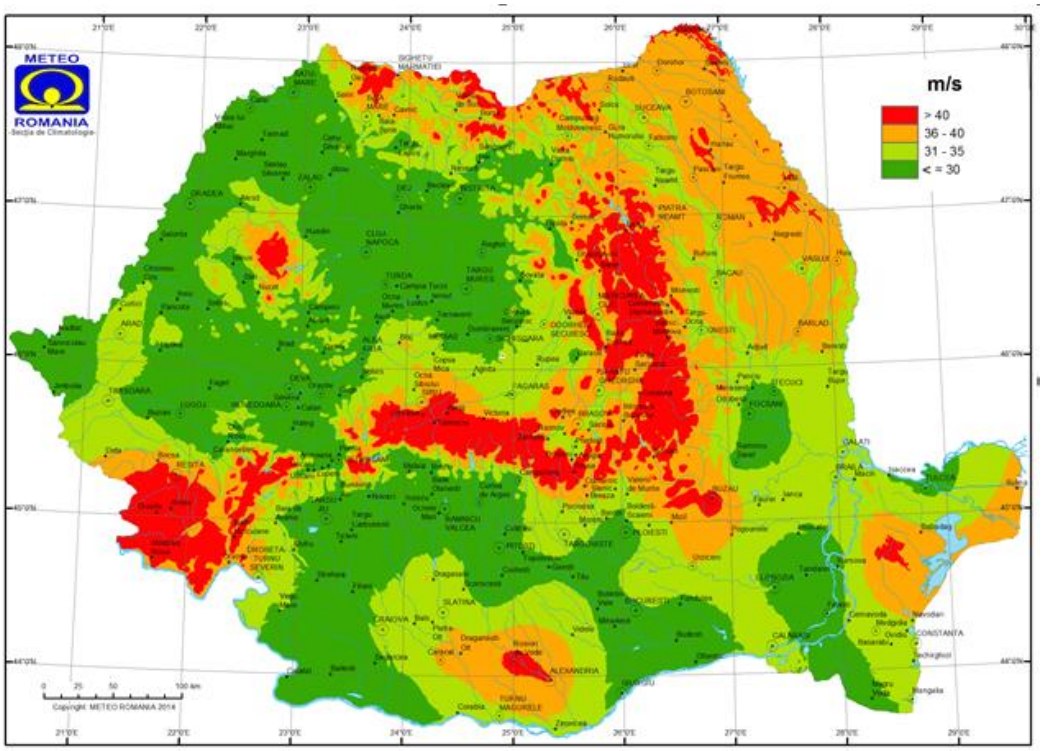


Figura 2c. Distribuția teritorială a vitezei maxime anuale a vântului (m/s) simultan cu chiciură cu o perioadă de revenire de 50 de ani

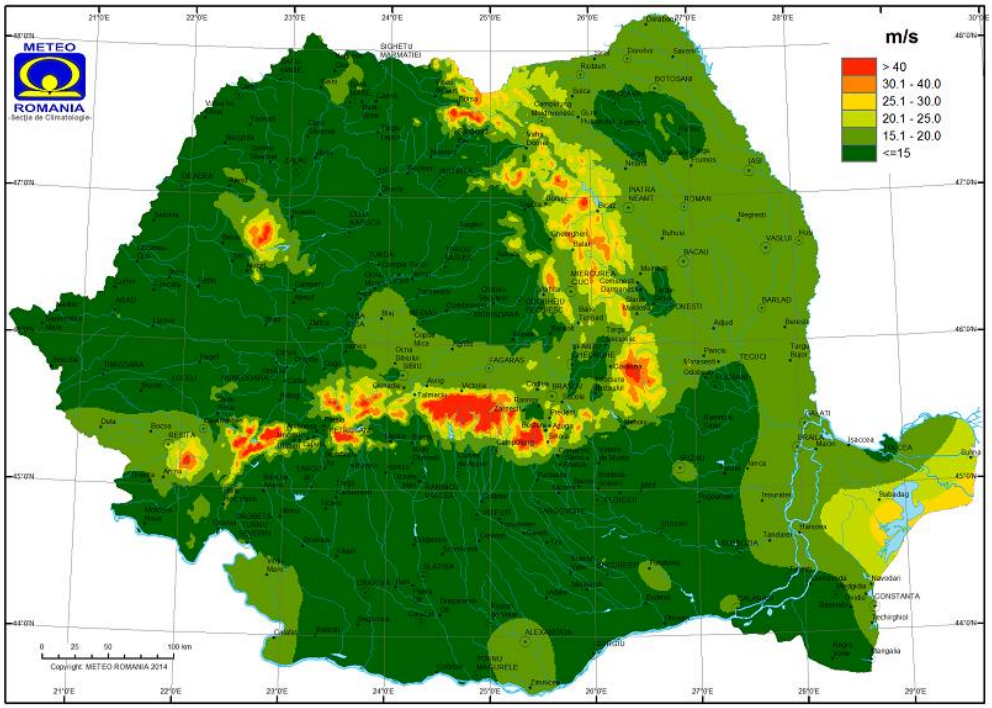
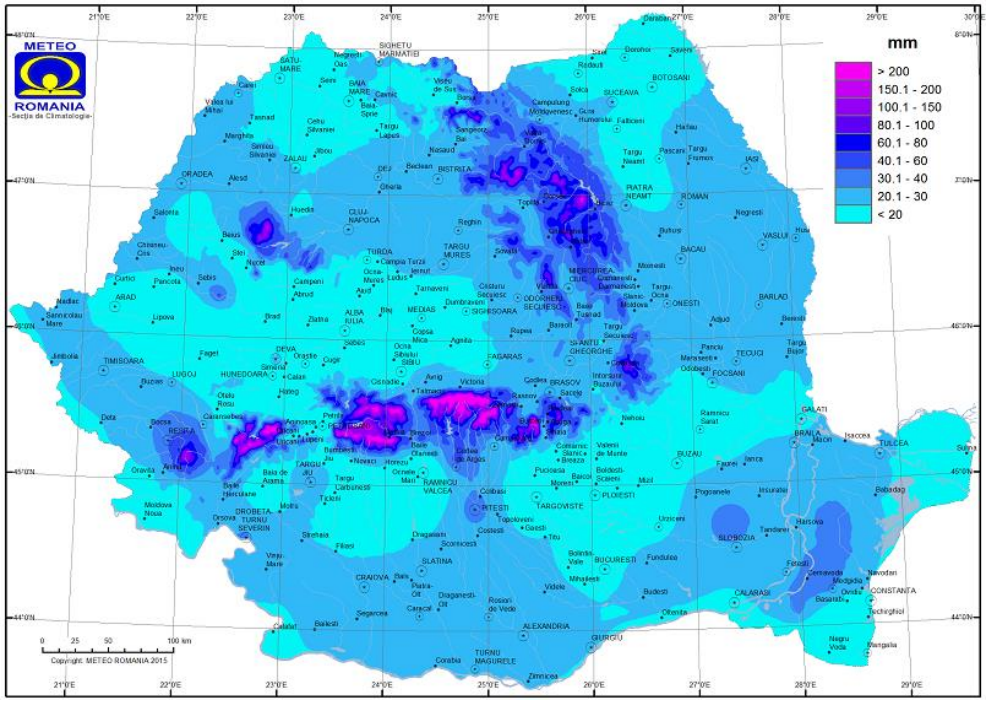


Figura 2d. Distribuția teritorială a grosimii maxime anuale a stratului de chiciură (mm) cu o perioadă de revenire de 50 de ani



Tabelul 1. Presiunea dinamică de bază, dată de vânt (corespunzătoare vitezei mediate pe două minute) la înălţimea de 10 m deasupra terenului şi grosimea stratului de chiciură pe conductoarele LEA.

Zona meteorologică	Altitudinea	Presiunea dinamică de bază, p		Grosimea stratului de chiciură pe conductoarele LEA, b_{ch} [3, 4]	
		Vânt maxim nesimultan cu chiciură, $p_{(V)}$	Vânt simultan cu chiciură, $p_{(v+ch)}$	$U_n \leq 110$ kV	$U_n = (220 \div 400)$ kV
	m	daN/m^2	daN/m^2	mm	mm
Zona A	≤800	30	12 (12) [5]	16	20
Zona B		42	16,8 (15) [5]	22	24
Zona C		55	20 (17) [5]		
Zona D [1]					
Zona E [2]	1000	40	16	Grosimea stratului de chiciură se va stabili pe baza datelor statistice furnizate de A.N.M. sau rezultate din statisticile de exploatare ale LEA şi LTc din zonele respective.	
	1200	45	18		
	1400	65	26		
	1600	90	36		
	1800	110	44		
	2000	130	52		
	2200	150	60		
	2400	170	68		

Figura 3. Variaţia coeficientului de rafală şi neuniformitate al vântului pe conductor, β_c, în funcţie de înălţimea H, deasupra solului şi deschiderea a.

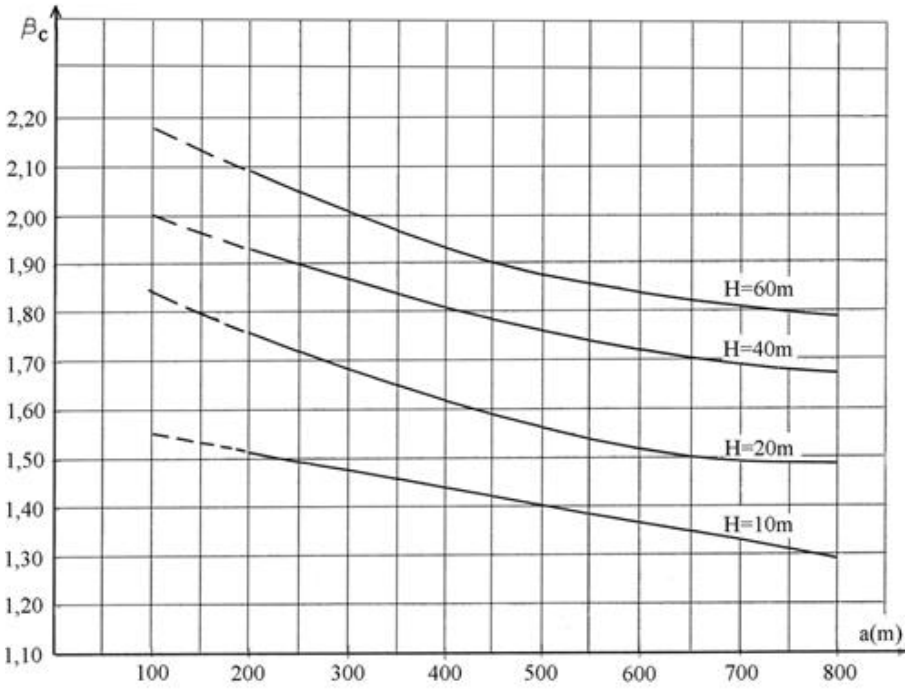
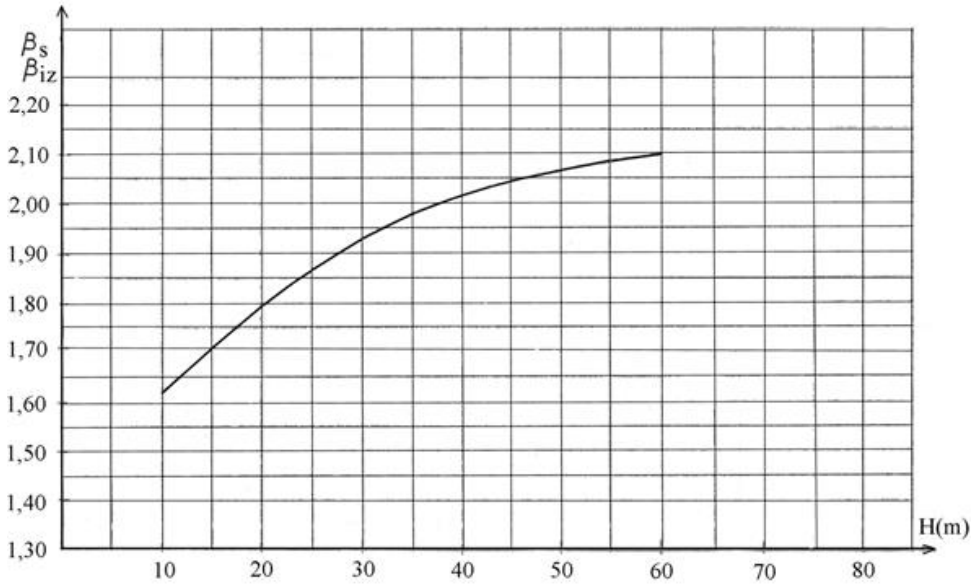


Figura 4. Variaţia coeficientului de rafală pentru stâlpi, β_s, şi lanţuri de izolatoare, β_{iz}, în funcţie de înălţimea H, deasupra solului.



b) Pentru calculul conductoarelor, la determinarea încărcărilor normate pentru conductoarele acoperite sau neacoperite cu chiciură provenite din presiunea vântului, se consideră ca distanţă, *H*, o înălţime medie de suspensie, indiferent de înălţimea la care se găsesc diferitele conductoare (active şi de protecţie), distanţă determinată cu relaţia:

$$H = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{n} (h_{cli} - \frac{2}{3} \cdot f_{ci}) \quad [m], \qquad (V.2)$$

unde:

- h_{cli} reprezintă distanţele hcl pentru diferitele conductoare, în metri;
- f_{ci} - săgeţile diferitelor conductoare de pe stâlp, în metri;
- n - numărul conductoarelor.

Înălţimea H se calculează ca înălţime medie a tuturor conductoarelor de acelaşi tip şi dimensiune, separat pentru conductoare active şi conductoare de protecţie.

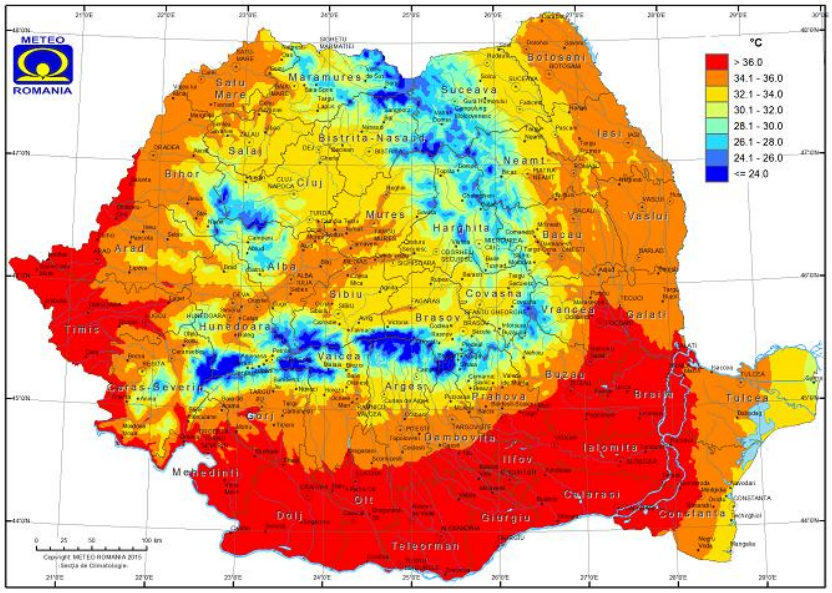
Tabelul 2. Valorile temperaturii aerului.

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

Art. 13 La calculul capacității maxime de transport a LEA, pentru calculul curentului maxim admisibil prin conductoarele active se va adopta temperatura maximă a aerului din tabelul 2 și o viteză a vântului de 0,6 m/s, cu un unghi de incidență a direcției vântului de 45°.

La solicitarea operatorilor de rețea electrică, temperatura maximă a aerului utilizată la calculul capacității de transport poate fi obținută pe baza datelor conținute în figura 4.a, cu mențiunea că valorile mai mari de 36° vor fi considerate egale cu 40°C.

Figura 4a. Zonarea teritorială a României după temperaturile maxime ale aerului (pentru o perioadă de revenire de 50 ani)



V.2.Determinarea încărcărilor normate

V.2.1.Încărcări datorate acţiunii vântului pe elementele liniei

Art. 14. Încărcările unitare provenite din acţiunea vântului se determină cu ajutorul presiunii dinamice de bază, p, care se va lua din tabelul 1 sau se va determina cu relaţia:

$$p = \frac{v^2}{16,3} \qquad [daN/m^2], \qquad (V.3)$$

conform precizărilor din art. 10; v este viteza vântului, în m/s.

În funcţie de înălţimea de aplicare a forţelor, presiunea dinamică se majorează cu coeficientul de rafală, β, din figurile 3 şi 4, care nu depinde de valorile vitezei vântului.

a. Încărcările unitare provenite din acţiunea vântului pe conductoare, g_{vc}, se calculează cu relaţia:

$$g_{vc} = c_{tc} \cdot \beta_c \cdot p \cdot d \cdot 10^{-3} \qquad [daN/m], \qquad (V.4)$$

în care c_{tc} este coeficientul aerodinamic, determinat conform tabelului 3.

Tabelul 3. Valorile coeficientului aerodinamic, c_{tc}, pentru conductoare.

Specificaţia		Coeficientul aerodinamic, c_{tc}
Fără chiciură	Diametrul conductorului mai mare sau egal cu 20 mm	1,10
	Diametrul conductorului mai mic de 20 mm	1,20
Cu chiciură	Indiferent de diametrul conductorului	

β_c este coeficientul care ţine seama de rafala şi neuniformitatea vântului pe conductor, depinzând de turbulenţa vântului (în funcţie de rugozitatea terenului) şi de răspunsul dinamic al conductorului. Include efectul combinat al variaţiei vitezei vântului atât cu înălţimea, cât şi cu mărimea deschiderii (neuniformitatea vântului pe deschidere).

Pentru zone deschise (câmpii, silvostepe, malurile deschise ale mării, lacurilor etc.), precum şi pentru zone construite, cu înălţimi mai mici de 10 m, situate la altitudini până la 1300 m deasupra nivelului mării şi înălţimi medii de suspendare a conductoarelor, determinate conform art. 13, până

la 60 m inclusiv, coeficientul de rafală şi neuniformitate al vântului pe conductor, β_c, se determină din figura 3.

Notă:

Pentru deschideri mai mici de 100 m şi mai mari de 800 m se va considera valoarea coeficientului de rafală şi neuniformitate ale vântului pe conductor, β_c, corespunzătoare deschiderii de 100 m, respectiv 800 m. Pentru înălţimi medii de suspendare mai mici de 10 m, se va adopta valoarea coeficientului, β_c, corespunzătoare înălţimii de 10 m. Pentru înălţimi intermediare curbelor prezentate în figura 3,

valoarea coeficientului, β_c, se va deduce prin interpolarea liniară a valorilor corespunzătoare de pe cele două curbe adiacente.

Pentru zonele de munte şi pentru stâlpii cu înălţimi de peste 60 m utilizaţi la marile traversări, coeficientul de rafală şi neuniformitate pe conductor, β_c, se va determina separat, funcţie de situaţia locală (gradul de rugozitate al terenului) şi de tipul liniei.

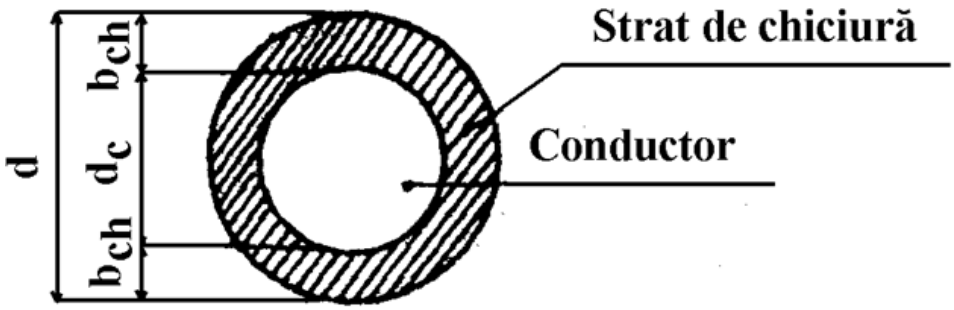
- d este diametrul conductorului, d_c, în ipoteza fără chiciură, respectiv diametrul conductorului, d_c, plus de două ori grosimea stratului de chiciură, b_{ch}:

$$d = d_c + 2 \cdot b_{ch} \quad \text{[mm]}, \qquad \text{(V.5)}$$

în ipoteza cu chiciură (figura 5), în mm;

- grosimea stratului de chiciură, b_{ch}, se ia din tabelul 1.

Figura 5.a Grosimea stratului de chiciură, b_{ch}, pe conductoare.



b. Încărcările unitare provenite din acţiunea vântului pe conductoarele torsadate se va face separat pentru cablul purtător și pentru cablul torsadat.

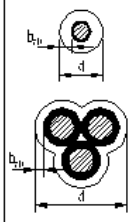
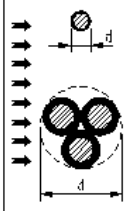
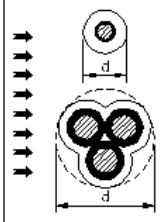
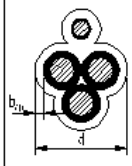
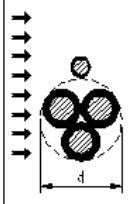
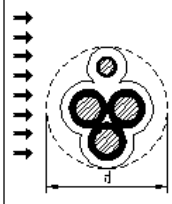
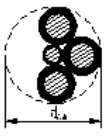
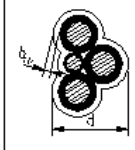
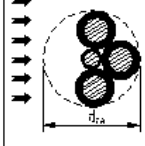
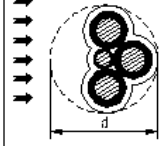
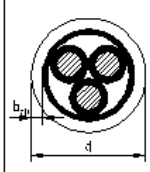
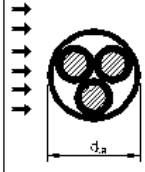
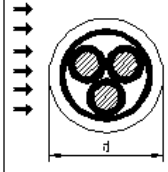
Pentru cablul torsadat, d se consideră egal cu diametrul cilindrului circumscris cablurilor.

c. Încărcările unitare provenite din acţiunea vântului pe conductoarele torsadate acoperite cu chiciură se va face separat pentru cablul purtător si pentru cablul torsadat, dacă distanţa de separare e mai mare decât de două ori grosimea stratului de chiciură, 2 b_{ch}.

Pentru cablul torsadat, d se consideră egal cu diametrul cilindrului circumscris cablurilor acoperite cu chiciură, conform reprezentărilor din Figura 5.b.

În cazul distanțelor mai mici decât 2 b_{ch}, diametrul cilindrului circumscris d, va include și cablul purtător acoperit cu chiciură.

Figura 5.b Definirea grosimii stratului de chiciura b_{ch} şi a diametrelor d și d_{ce}, în cazul conductoarelor torsadate

TIP TORSADAT	IPOTEZE NORMALE	IPOTEZE CU CHICIURA	IPOTEZE CU VANT	IPOTEZE CU VANT SI CHICIURA
1				
2				
3				
4				

1. cablu purtător distanţat faţă de cablurile torsadate active;

2. cablu purtător apropiat faţă de cablurile torsadate active;

3. cablu purtător torsadat împreună cu cablurile active;

4. cablu torsadat autoportant, fără cablu purtător.

d. Încărcările unitare provenite din acţiunea vântului pe lanţurile de izolatoare, $g_{v_{iz}}$, se calculează cu relaţia:

$$g_{v_{iz}} = c_{ti} \cdot \beta_{iz} \cdot p \qquad [daN/m^2], \qquad (V.6)$$

în care c_{ti} este coeficientul aerodinamic, determinat în tabelul 4.

Tabelul 4. Valorile coeficientului aerodinamic, cti, pentru calculul încărcărilor rezultate din acţiunea vântului asupra izolatoarelor.

Tipul izolatoarelor	Tipul lanţurilor sau legăturilor	
	Simplu	Dublu
	Coeficientul aerodinamic, c_{ti}	
Lanţuri de izolatoare tip capă-tijă	0,35	0,55
Lanţuri de izolatoare tip tijă şi izolatoare suport	0,55	0,80

β_{iz} este coeficientul de rafală al vântului pe lanţul de izolatoare, în funcţie de înălţimea de prindere a lanţului de izolatoare faţă de nivelul solului. Se determină din figura 4.

e. Încărcările unitare provenite din acţiunea vântului pe stâlpi, $g_{v_{st}}$, se calculează cu relaţia:

$$g_{v_{st}} = c_{ts} \cdot \beta_{s} \cdot p \qquad [daN/m^2], \qquad (V.7)$$

în care c_{ts} este coeficientul aerodinamic al stâlpului, determinat în figura 6 pentru stâlpii metalici şi în tabelul 5 pentru stâlpii tubulari din beton sau din ţeavă.

Tabelul 5. Valorile coeficientului aerodinamic, cts, pentru stâlpii din beton sau din ţeavă.

Elementul	Coeficientul aerodinamic, c_{ts}
Stâlpi tubulari din oţel, beton sau lemn cu secţiune circulară	0,7
Stâlpi tubulari din oţel, beton cu secţiune do-decagonală	0,85
Stâlpi tubulari din oţel, beton cu secţiune hexagonală sau octogonală	1,0
Stâlpi tubulari din oţel, beton cu secţiune pătrată sau rectangulară	1,4

Stâlpi din beton armat in H	1.6
Stâlpi din profile H	1.8
Stâlp cu suprafeţe plane (beton vibrat)	2,0
Stâlpi jumelaţi şi stâlpi in A din lemn cu secţiuni circulare:	0.7
În planul stâlpului, pentru partea expusă la vânt	0
În planul stâlpului, partea mascată la vânt	0.35
$a < 2\ d_m$	0.7
$2\ d_m \leq a \leq 6\ d_m$	
$a > 6\ d_m$	
Perpendicular pe planul stalpului	0.8
$a \leq 2\ d_m$	0.7
$a \geq 2\ d_m$	

Unde:

a = spaţiul dintre doi stâlpi tubulari ai aceleiaşi structuri, la jumătatea înălţimii acesteia

d_m = media diametrelor stâlpilor tubulari ai aceleiaşi structuri la jumătatea înălţimii acesteia

β_s este coeficientul de rafală pe stâlp, depinzând de turbulenţa vântului (în funcţie de rugozitatea terenului) şi de răspunsul dinamic al structurii. Include efectul variaţiei vântului cu înălţimea.

Valoarea coeficientului, β_s, este variabilă cu înălţimea deasupra terenului a centrului de greutate al suprafeţei elementului component al stâlpului pe care acţionează vântul.

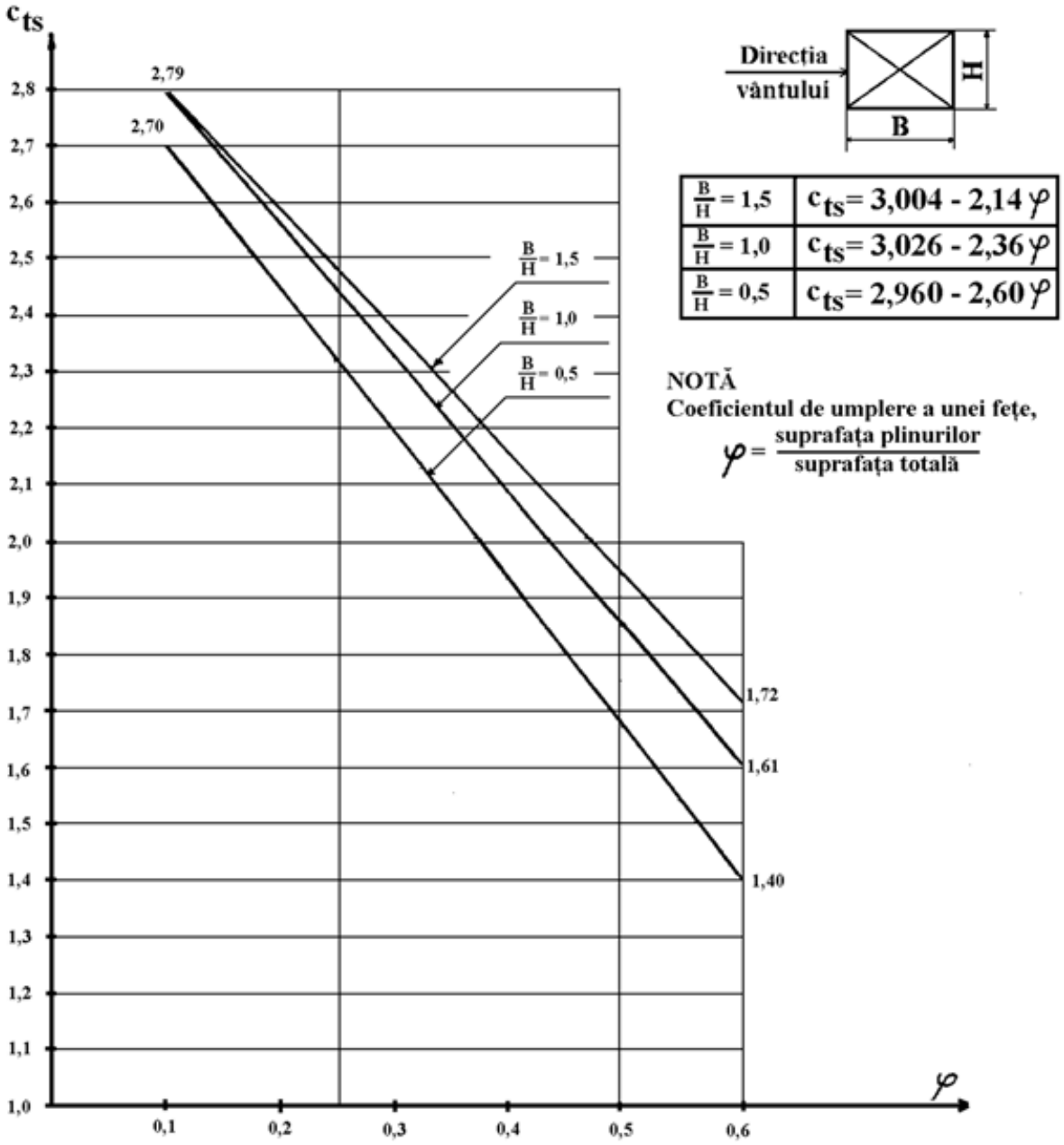
Pentru zone deschise (câmpii, silvostepe, maluri deschise ale mării, lacurilor etc.), precum şi pentru zone construite cu obstacole cu înălţimi mai mici de 10 m, situate la altitudini până la 1300 m deasupra nivelului mării, coeficientul de rafală, β, pentru stâlpii cu înălţimi până la 60 m, se determină din figura 4.

Notă:

Pentru stâlpi sau elemente componente de stâlpi cu înălţimea centrului de greutate mai mică de 10 m se adoptă valoarea, β_s, corespunzătoare înălţimii centrului de greutate de 10 m.

Pentru stâlpii cu înălţimea de peste 60 m, de exemplu stâlpii marilor traversări, valoarea coeficientului de rafală pe stâlp, β_s, se determină separat, în funcţie de situaţia locală (rugozitatea terenului) şi de tipul liniei.

Figura 6. Variaţia coeficientului aerodinamic, cts, în funcţie de coeficientul de umplere, φ_1, pentru stâlpii LEA din zăbrele – corniere.



Art. 15. Încărcările totale provenite din acţiunea vântului pe fiecare element constructiv al liniei se calculează pe baza încărcărilor unitare datorate acţiunii vântului, determinate în art. 14 la punctele a, b, c.

a. Încărcările provenite din acţiunea vântului pe conductoare, F_c, acţionând normal pe axul conductoarelor, se calculează cu relaţia:

$$F_c = g_{vc} \cdot a_v \cdot \sin^2\varphi \qquad \text{[daN]}, \qquad \text{(V.8)}$$

unde:

- a_v - este deschiderea la încărcări din vânt, în metri;
- g_{vc} - încărcarea unitară, determinată la art. 14, punctul a, în daN/m;
- φ - unghiul orizontal dintre direcţia după care acţionează vântul şi direcţia conductorului liniei, în grade.

În ipotezele cu vânt acţionând în lungul liniei:

$$F_C = 2 \cdot g_{VC} \cdot f_C \qquad \text{[daN]}, \qquad \text{(V.9)}$$

unde:

- f_c - este săgeata conductorului, în m;
- g_{vc} - încărcarea unitară determinată la art. 14 punctul a, în daN/m, cu luarea în considerare a coeficientului de rafală pe conductor, β_c, determinat din figura 3, corespunzător înălţimii de prindere în clemă a conductorului minus $0,5 \cdot f_c$.

Efectul total al vântului pe conductoarele fasciculare se consideră egal cu suma încărcărilor pe subconductoare, fără să se ţină seama de efectul de ecranare al unui subconductor asupra altuia.

b. Încărcările provenite din acţiunea vântului pe izolatoare, F_{iz}, se determină cu relaţia:

$$F_{iz} = g_{v_{iz}} \cdot A_{iz} \qquad \text{[daN]}, \qquad \text{(V.10)}$$

unde:

- $g_{v_{iz}}$ - încărcarea unitară, determinată la art. 14, punctul b, în daN/m^2;
- A_{iz} - aria dreptunghiului având ca laturi lungimea totală a lanţului de izolatoare, respectiv pentru izolatorul suport, înălţimea acestuia şi diametrul maxim al izolatorului, în m^2.

În ipotezele de vânt simultan cu chiciură, aria, A_{iz}, se majorează cu 25%.

c. Încărcările provenite din acţiunea vântului pe stâlpi, F_{st}, se calculează astfel:

- în cazul vântului perpendicular pe linie:

$$F_{st} = \sum g_{v_{st}} \cdot A_{st} \qquad \text{[daN]}, \qquad \text{(V.11)}$$

- în cazul vântului la 45°:

$F_{st} = 0,75 \cdot \sum g_{v_{st}} \cdot A_{st}$ [daN], pentru fiecare din cele două feţe adiacente expuse la vânt,

unde:

- $g_{v_{st}}$ este încărcarea unitară, determinată la art. 14, punctul c, pentru fiecare element component al stâlpului, în daN/m^2;
- A_{st} - aria plinurilor construcţiei elementelor componente ale stâlpului, numai o faţă pentru vântul perpendicular şi fiecare din feţele adiacente pentru vântul la 45°, în m^2.

Pentru suprafeţe cilindrice este egală cu secţiunea diametrală a elementului stâlpului.

În ipotezele vânt simultan cu chiciură se ia în considerare o suprafaţă majorată a stâlpului metalic cu zăbrele (sau de beton cu alveole), egală cu $1,5 \cdot A_{st}$.

La stâlpii simpli de beton centrifugat, metalici tubulari sau de lemn nu se ia în considerare o creştere a suprafeţei stâlpului în ipoteza vânt simultan cu chiciură.

V.2.2. Încărcări datorate maselor proprii şi a depunerilor de chiciură

Art. 16. Încărcările unitare provenite din masa conductoarelor şi a depunerilor de chiciură se determină cu relaţia:

- pentru conductoare neacoperite cu chiciură, g_1:

$$g_1 = g_c \quad \text{[daN/m],} \quad \text{(V.12)}$$

în care g_c este masa unitară a conductorului gresat, care se găseşte în standardele de conductoare;

- pentru chiciură, g_2:

$$g_2 = \pi \cdot b_{ch} \cdot (b_{ch} + d_c) \cdot \gamma_{ch} \cdot 10^{-3} \quad \text{[daN/m],} \quad \text{(V.13)}$$

în care:

- d_c este diametrul conductorului, în mm;
- b_{ch} - grosimea stratului de chiciură, definită în tabelul 1, în mm;
- γ_{ch} - greutatea volumică a chiciurei, în daN/dm^3;

- pentru conductoarele acoperite cu chiciură, g_3:

$$g_3 = g_1 + g_2 \quad \text{[daN/m].} \quad \text{(V.14)}$$

Art. 17. Încărcările totale provenite din masa şi depunerile de chiciură pe elementele liniei sunt:

a. Încărcări provenite din masa conductoarelor şi a depunerilor de chiciură:

- pentru conductoare neacoperite cu chiciură, G_c:

$$G_c = g_1 \cdot a_g \quad \text{[daN],} \quad \text{(V.15)}$$

- pentru conductoare acoperite cu chiciură, $G_{c.ch}$:

$$G_{c.ch} = g_3 \cdot a_g \quad \text{[daN],} \quad \text{(V.16)}$$

în care a_g este deschiderea la încărcări verticale, în metri.

b. Încărcări provenite din masa lanţurilor de izolatoare şi a depunerilor de chiciură:

- pentru lanţuri de izolatoare neacoperite de chiciură: G_{iz};
- pentru lanţuri de izolatoare acoperite cu chiciură: $G_{iz.ch} = 1{,}1 \cdot G_{iz}$,

în care G_{iz} este suma maselor elementelor componente din lanţul de izolatoare.

c. Încărcări provenite din masa stâlpilor şi a depunerilor de chiciură:

- pentru stâlpi neacoperiţi cu chiciură: G_{st};
- pentru stâlpi (metalici sau din beton) acoperiţi cu chiciură: $G_{st.ch} = 1{,}1 \cdot G_{st,}$

în care G_{st} este suma maselor elementelor componente ale stâlpului.

V.2.3. Încărcări datorate tracţiunii din conductoare

Art. 18. Încărcările unitare provenite din tracţiunea din conductoare, p_o, se calculează pe baza secţiunii reale a conductoarelor şi a tracţiunii orizontale unitare din conductoare, corespunzătoare temperaturii şi încărcărilor normate date de masa proprie şi suprasarcinile exterioare, potrivit ipotezelor de încărcare de la art. 23, cu ajutorul ecuaţiei de stare, pornindu-se de la stările definite în art. 31.

Încărcările datorate tracţiunii din conductoare se aplică în punctul de prindere al lanţului de izolatoare de stâlp şi se consideră că acţionează orizontal, în direcţia conductoarelor.

Art. 19. Încărcări totale datorate tracţiunii în conductoare care acţionează asupra lanţurilor de izolatoare şi a stâlpilor

- în regim normal:

$$T_o = p_o \cdot S_c \quad [daN], \quad (V.17)$$

în acest caz, tracţiunea unitară, p_o, se calculează în condiţiile art. 23, punctele d şi g.

- în regim de avarie:
  - pentru fazele neavariate:

$$T_o = p_o \cdot S_c \quad [daN], \quad (V.18)$$

în acest caz, tracţiunea unitară, p_o, se calculează conform art. 23, punctul g (corespunzătoare încărcării totale g_{7a} – tabelul 8);

  - pentru fazele avariate, încărcarea, F, se determină în conformitate cu tabelul 6.

Tabelul 6. Încărcări, F, care acţionează asupra stâlpilor şi lanţurilor de izolatoare în regim de avarie.

Tipul funcţional al stâlpului		Caracteristicile echipamentului			Relaţia de calcul pentru încărcarea F (daN)
		Sistemul de prindere a conductorului	Tipul clemelor sau al legăturilor	Tipul conductoarelor	
Susţinere	Normal	Susţinere	Cleme cu tracţiune limitată	Active	$F = k_e \cdot d_c$
	Întărit	Susţinere	Cleme cu reţinerea conductorului	Active	$F = k_s \cdot k_n \cdot T_o$
				Protecţie	$F = 0{,}4 \cdot T_o$
Întindere şi terminal		Întindere	Legături de întindere	Active şi de protecţie	$F = n \cdot T_o$
		Întindere	Cleme de întindere	Active şi de protecţie	

unde:

$T_o = p_o \cdot S_c$ [daN], (2.19)

cu p_o calculat conform art. 23, punctul g (corespunzător încărcării totale g_{7a} – tabelul 8), în daN/mm^2;

- n este numărul conductoarelor pe fază,
- k_e - coeficientul care ţine seama de efectul de eliberare a conductorului din clemă la o anumită valoare a tracţiunii în conductor, în daN/mm:
  - $k_e = 25$, pentru stalpii LEA cu $U_n \leq 110$ kV;

- k_e = 50, pentru stalpii LEA cu U_n > 110 kV;

- k_s - coeficientul care ţine seama de reducerea tracţiunii în conductor prin înclinarea lanţului de izolatoare de susţinere în lungul liniei; k_s = 0,65;
- k_n - coeficientul care ţine seama de numărul conductoarelor pe fază:
- k_n = 1,0 pentru n = 1;
- k_n = 0,8 pentru n = 2;
- k_n = 0,7 pentru n = 3;
- k_n = 0,6 pentru n = 4.

În cazul utilizării la stâlpii de susţinere a consolelor, traverselor sau coronamentelor articulate, deformabile etc. se poate ţine seama de reducerile corespunzătoare ale încărcărilor care se transmit asupra stâlpilor, în cazul ruperii conductoarelor.

- Încărcările stâlpilor echipați cu conductoare torsadate, de susținere și întindere în regim de avarie, vor fi stabilite în context cu tipul de cleme de susținere și întindere, a eventualelor dispozitivelor de descărcare de eforturi. Avaria poate fi cauzată de încarcări excepționale, accidente, transmiteri de eforturi în cascadă etc., în funcție de zona meteorologică și de profilul liniei.

V.3. Determinarea încărcărilor de calcul

Art. 20. Încărcările de calcul care stau la baza dimensionării elementelor componente ale LEA se obţin prin înmulţirea încărcărilor normate, determinate conform subcap. V.2., cu coeficienţii parţiali de siguranţă, ţinându-se seama de gruparea încărcărilor precizate în subcap. V.4.

Art. 21. Clasificarea şi determinarea încărcărilor de calcul, împreună cu coeficienţii parţiali de siguranţă, care stau la baza dimensionării elementelor componente ale LEA, sunt prezentate în tabelul 7.

Tabelul 7. Clasificarea, determinarea încărcărilor de calcul şi coeficienţii parţiali de siguranţă pentru dimensionarea elementelor LEA.

Categorii de încărcări	Încărcări		Coeficientul parţial de siguranţă			
			γ_n		γ_a	
			Zonele A, B şi C	Zonele D şi E	Zonele A, B şi C	Zonele D şi E
Permanente (*P*)	Masa proprie (stâlpi, cabluri, conductoare, izolatoare, instalaţii etc.)		1,10 (0,90)*		1,10 (0,90)*	
Variabile (*V*)	a) Presiunea vântului pe conductoare, stâlpi, cabluri, izolatoare cu sau fără chiciură	LEA (20 ÷ 110) kV	1,30	1,50	0,25	0,45
		LEA (220 ÷ 400) kV	1,50	1,70	0,30	0,50
	b) Masa chiciurei pe conductoare (active şi de protecţie), stâlpi, izolatoare etc.		1,80 (1,00)*		1,80 (1,00)*	
	c) Tracţiunea conductoarelor în regim normal de funcţionare		1,30**		-	
Excepţionale (*E*)	Tracţiunea conductoarelor în regim de avarie		-		1,10**	
Regim de montaj (*M*)	Încărcări rezultate din schema de montaj		1,10		-	

*) Valorile 0,9, respectiv 1,0 se introduc în calcul, dacă încărcările respective au efect defavorabil asupra rezistenţei sau stabilităţii unor elemente ale stâlpului sau fundaţiilor la starea limită analizată.

**) Se referă la determinarea tracţiunii în conductoare pentru calculul stâlpilor şi se aplică tracţiunii maxime normate (rezultată din încărcările normate).

Notă:

Pentru marile traversări, coeficienţii parţiali de siguranţă pentru încărcările din vânt pot fi luaţi mai mari decât cei indicaţi în tabelul 7, în funcţie de importanţa traversării şi de situaţia locală.

Art. 22. La calculul şi dimensionarea elementelor componente ale LEA în regimurile normale de funcţionare (gruparea fundamentală de încărcări) şi regimurile de avarie (gruparea specială de încărcări), grupările încărcărilor din art. 23 se fac după următoarele relaţii:

- Regim normal de funcţionare
  - Încărcări normate:

    $\sum \bar{P}_i + \sum \bar{V}_i$ (intervin la determinarea săgeţilor conductoarelor);
  - Încărcări de calcul:

    $\sum \gamma_n \cdot \bar{P}_i + \sum \gamma_n \cdot \bar{V}_i$.
- Regim de avarie
  - Încărcări de calcul:

    $\sum \gamma_a \cdot \bar{P}_i + \sum \gamma_a \cdot \bar{V}_i + \sum \gamma_a \cdot \bar{E}_i$.

V.4. Gruparea încărcărilor

Art. 23. La calculul şi dimensionarea elementelor componente ale LEA se iau în considerare următoarele grupări ale încărcărilor, datorate factorilor climato-meteorologici, cu ipoteze de încărcare:

a) temperatura minimă (vântul şi chiciura lipsesc);

b) temperatura medie (vântul şi chiciura lipsesc);

c) temperatura medie, viteza vântului de 10 m/s (chiciura lipseşte);

d) temperatura medie, viteza maximă a vântului (chiciura lipseşte);

e) temperatura maximă (vântul şi chiciura lipsesc);

f) temperatura de formare a chiciurei şi depuneri de chiciură pe elementele componente ale liniei (vântul lipseşte);

g) temperatura de formare a chiciurei (vântul simultan cu chiciura şi depuneri de chiciură pe elementele componente ale liniei).

Art. 24. Temperaturile minime, medii, maxime şi de formare a chiciurei care se iau în considerare pe teritoriul ţării pentru dimensionarea elementelor componente ale LEA sunt cele prezentate în tabelul 2.

Art. 25. În tabelul 8 sunt rezumate relaţiile pentru determinarea încărcărilor unitare normate şi de calcul pe conductoarele liniilor electrice aeriene, iar în tabelul 9 sunt prezentate formulele pentru determinarea forţelor pe stâlp provenite din încărcările de calcul datorate acţiunii vântului pe conductoarele liniilor electrice aeriene.

Tabelul 8. Determinarea încărcărilor unitare normate şi de calcul pe conductoarele liniilor electrice aeriene şi gruparea lor pe regimurile de funcţionare.

Încărcări (daN)		Regim normal (gruparea fundamentală)	Regim de avarie (gruparea specială)
Încărcări normate provenite din:	Masa proprie a conductorului	$g_1 = g_c$	
	Masa depunerii de chiciură pe conductor	$g_2 = \pi \cdot b \cdot (d_c + b_{ch}) \cdot \gamma_{ch} \cdot 10^{-3}$	
	Masa totală (proprie şi a depunerii de chiciură) a conductorului	$g_3 = g_c + \pi \cdot b \cdot (d_c + b_{ch}) \cdot \gamma_{ch} \cdot 10^{-3}$	
	Presiunea dată de vânt pe conductorul neacoperit cu chiciură	$g_4 = c_{tc} \cdot \beta_c \cdot p_{(v)} \cdot d_c \cdot 10^{-3}$	-
	Presiunea dată de vânt pe conductorul acoperit cu chiciură	$g_5 = c_{tc} \cdot \beta_c \cdot p_{(v+ch)} \cdot (d_c + 2 \cdot b_{ch}) \cdot 10^{-3}$	$g_{5a} = \frac{\gamma_a}{\gamma_n} c_{tc} \cdot \beta_c \cdot p_{(v+ch)} (d_c + 2 \cdot b_{ch}) \cdot 10^{-3}$
	Încărcarea totală pe conductor în condiţiile vântului maxim	$g_6 = \sqrt{g_1^2 + g_4^2}$	-
	Încărcarea totală pe conductor în condiţiile de vânt şi chiciură	$g_7 = \sqrt{g_3^2 + g_5^2}$	$g_{7a} = \sqrt{g_3^2 + g_{5a}^2}$
Încărcări de calcul provenite din:	Masa proprie a conductorului	$g_{1c} = 1{,}10 \cdot g_c \; (g_{1c} = 0{,}90 \cdot g_c)^*$	
	Masa depunerii de chiciură pe conductor	$g_{2c} = 1{,}80 \cdot \pi \cdot b \cdot (d_c + b_{ch}) \cdot \gamma_{ch} \cdot 10^{-3}$ $[g_{2c} = 1{,}00 \cdot \pi \cdot b \cdot (d_c + b_{ch}) \cdot \gamma_{ch} \cdot 10^{-3}]^*$	
	Masa totală (proprie şi a depunerii de chiciură) a conductorului	$g_{3c} = 1{,}10 \cdot g_c \cdot 1{,}80 \cdot \pi \cdot b \cdot (d_c + b_{ch}) \cdot \gamma_{ch} \cdot 10^{-3}$ $[g_{3c} = 0{,}90 \cdot g_c \cdot 1{,}00 \cdot \pi \cdot b \cdot (d_c + b_{ch}) \cdot \gamma_{ch} \cdot 10^{-3}]^*$	
	Presiunea dată de vânt pe conductorul neacoperit de chiciură	$g_{4c} = \gamma_n \cdot c_{tc} \cdot \beta_c \cdot p_{(v)} \cdot d_c \cdot 10^{-3}$	-
	Presiunea dată de vânt pe conductorul acoperit cu chiciură	$g_{5c} = \gamma_n \cdot c_{tc} \cdot \beta_c \cdot p_{(v+ch)} \cdot (d_c + 2 \cdot b_{ch}) \cdot 10^{-3}$	$g_{5ac} = \gamma_a \cdot c_{tc} \cdot \beta_c \cdot p_{(v+ch)} \cdot (d_c + 2 \cdot b_{ch}) \cdot 10^{-3}$
	Încărcarea totală pe conductor în condiţiile vântului maxim	$g_{6c} = \sqrt{g_1^2 + g_{4c}^2}$	-
	Încărcarea totală pe conductor în condiţiile de vânt şi chiciură	$g_{7c} = \sqrt{g_{3c}^2 + g_{5c}^2}$	

*) Relaţiile dintre paranteze se introduc în calcul dacă încărcările respective au efect defavorabil asupra rezistenţei sau stabilităţii unor elemente ale stâlpilor sau ale fundaţiilor, la starea limită analizată.

Tipul stâlpului	Direcţia de acţionare a vântului	Forţe după direcţia *x-x* (⊥ pe LEA la stâlpi de susţinere sau în axul consolelor stâlpilor de colţ)	Forţe după direcţia *y-y* (în lungul LEA sau perpendicular pe axul consolelor la stâlpii de colţ)
Stâlp de susţinere Stâlp de întindere Stâlp terminal în aliniament	⊥	$n_c \cdot \gamma_n \cdot g_{vc} \cdot a_v$	-
	45°	$0{,}5 \cdot n_c \cdot \gamma_n \cdot g_{vc} \cdot a_v$	-
	‖	-	$2 \cdot n_c \cdot \gamma_n \cdot g_{vc} \cdot f_c$
Stâlp de colţ ($a_n = a_{n+1}$)	⊥	$n_c \cdot \gamma_n \cdot g_{vc} \cdot a_v \cdot \sin^3 \alpha$	-
	45°	$0{,}5 \cdot n_c \cdot \gamma_n \cdot g_{vc} \cdot a_v \cdot \sin \alpha$	$n_c \cdot \gamma_n \cdot g_{vc} \cdot a_v \cdot \cos^2 \alpha \cdot \sin \alpha$
	‖	-	$n_c \cdot \gamma_n \cdot g_{vc} \cdot a_v \cdot \cos^3 \alpha$

Notă:

- γ_n este coeficientul parţial de siguranţă;
- g_{vc} - încărcarea unitară provenită din acţiunea vântului pe conductoare, în daN/m;
- f_c - săgeata conductorului, în m;
- n_c - numărul de conductoare pe fază;

- 2α - unghiul dintre aliniamentele liniei, în grade;
- $a_v = \frac{a_i + a_{i+1}}{2}$ - deschiderea la încărcări din vânt a stâlpului, în metri.

Ipotezele de acţionare ale vântului sunt:

- $\perp$ - vânt perpendicular pe linie;
- 45° - vânt la 45° pe linie;
- || - vânt în lungul liniei.

VI. CONDUCTOARE

Art. 26. Din punct de vedere al materialelor şi al alcătuirii constructive, la construirea LEA se utilizează conductoare funie din aluminiu, aliaje de aluminiu, oţel, conductoare funie din aluminiu-oţel şi aliaje de aluminiu-oţel, precum şi conductoare speciale cu fibre optice înglobate (în diferite variante constructive).
La liniile de medie tensiune se pot utiliza conductoare izolate.

NOTA Acest standard nu se aplică la cabluri învelite sau cabluri de telecomunicaţii "all dielectric self supporting" (ADSS). Similar, nu include cabluri de telecomunicaţii metalice care nu sunt folosite cu rol de conductoare de protecţie.

Conductoarele trebuie fabricate din fire circulare sau trapezoidale din aluminiu sau aliaj de aluminiu şi pot conţine fire din oţel acoperite cu zinc sau fire din oţel aluminiu ca întărire. Conductoarele de protecţie trebuie proiectate după aceleaşi standarde ca şi conductoarele active.
Conductoarele cu fire rotunde omogene mono-metalice, din aluminiu (AL1) şi din aliaj de aluminiu (ALx) şi conductoarele cu fire rotunde sau profilate compuse bimetalice, din aluminiu sau aliaj de aluminiu înfuniate cu fibre de oţel (AL1/STyz sau ALx/STyz), conductoare din aluminiu sau aliaj de aluminiu înfuniate cu fire de oțel aluminat (AL1/yzSA sau ALx/yzSA) şi conductoare din aluminiu sau aluminiu alloy întărit (AL1/ALx) trebuie proiectate în conformitate cu SR EN 50182, SR EN 62004 sau SR EN 62219.
Specificaţiile de materiale pentru firele folosite în aceste conductoare trebuie să fie în conformitate cu SR EN 50183, SR EN 50189, SR EN 60889, SR EN 61232 şi SR EN 62004 și proiectarea lor trebuie să fie precizată în Specificaţiile Tehnice sau agreate de către Furnizor şi Client.
Conductoarele active şi de protecţie trebuie proiectate, selectate şi testate pentru a satisface cerinţele electrice, mecanice şi de telecomunicaţii, definite de parametrii de proiectare ai liniei, conform standardelor SR EN 50182, SR EN 50189, SR EN 61232 si SR EN 60794.
Art. 27. Condiţiile tehnice generale, dimensiunile şi caracteristicile fizico-mecanice ale conductoarelor LEA trebuie să corespundă standardelor sau normelor interne ale producătorilor.
Pentru liniile existente, conductoarele utilizate ca terminologie și caracteristici pricipale sunt rezumate în Tabelul 10.1.

Pentru unele proiecte, pot fi folosite în construcţia liniilor electrice aeriene tipuri de conductoare sau materiale neincluse în standardele SR EN existente. În astfel de situaţii şi în absenţa standardelor definitive, Specificaţia de proiectare trebuie să menţioneze toate caracteristicile cerute împreună cu metodele relevante de testare, cu referire la standardele SR EN corespunzătoare.

Când materialele utilizate diferă de cele din standardele de referinţă, caracteristicile şi oportunităţile pentru fiecare aplicaţie individuală trebuie verificate după cum este precizat în acest standard sau în Specificaţia Tehnică.

Proiectarea unui conductor, incluzând construcţia lui şi caracteristicile materialelor, trebuie să ia în considerare efectul alungirii permanente (fluaj) a săgeţii conductorului.

NOTA Metodologiile de calcul de proiectare, incluzând evaluarea alungirii conductorului şi alte caracteristici, pot fi găsite în IEC 61597 şi în SR EN 61395.

Rezistivităţile firelor de aluminiu sau de aliaj de aluminiu trebuie selectate dintre valorile din SR EN 50183 şi SR EN 60889, SR EN 62004 și SR EN 62219. Rezistenţa în curent continuu ale conductorului la 20°C, trebuie calculată în conformitate cu principiile din SR EN 50182.

Rezistenţele firelor rotunde din straturi sunt date în SR EN 50182.

Pentru conductoarele cu secţiuni diferite ale firelor, rezistenţa conductorului trebuie calculată folosind rezistivitatea firului, aria secţiunii transversale şi parametrii de răsucire ai conductorului.

Capacitatea curentului transportat (ampacitatea) şi performanţa la condiţiile de scurt-circuit, în particular efectul rezistenţei, trebuie verificate pe baza cerinţelor din Specificaţiile de proiectare.

Art. 28. Din considerente mecanice, conductoarele vor avea următoarele secţiuni active minime:

- 25 mm^2 pentru conductoare funie de aluminiu-oţel, aliaje de aluminiu-oţel şi aliaje de aluminiu;
- 16 mm^2 pentru conductoare funie de oţel.

Pentru porţiunile speciale de traseu (traversări, apropieri de construcţii etc.), secţiunile minime ale conductoarelor sunt precizate în tabelul 18.

Temperatura maximă de funcţionare a conductoarelor din funie de aluminiu-oţel, aliaje de aluminiu-oţel şi aliaje de aluminiu în condiţii normale este 75°C.

Temperatura maximă de durată scurtă (valoare nominală de 1 secundă) datorată unui defect în sistem a conductoarelor din funie de aluminiu-oţel, aliaje de aluminiu-oţel şi aliaje de aluminiu și a conductoarelor cu fibră optică înglobată este de 200°C.

Conductoarele speciale, bazate pe materiale rezistente la temperaturi înalte vor fi utilizate până la valorile garantate de fabricant standarde (exemplu pentru ACSS, SR EN 50540).

O informare despre calculul unei temperaturi ridicate datorită curenţilor de scurt-circuit este dată în SR EN 60865-1. Alternativ, şi cu precauţii convenabile, temperatura actuală ridicată datorită curenţilor de scurt-circuit, poate fi măsurată în timpul testării.

Inima de oțel din conductoarele funie de aluminiu-oţel sau din aliaje de aluminiu-oţel se va gresa conform SR EN 50182, Anexa B, cazul 1.

Unsoarea trebuie să fie conform cerinţelor din SR EN 50326.

Punctul de picurare admis va fi de minim 120°C.

Art. 29. Conductoarele de protecție pot fi din funie de aluminiu-oţel, oțel sau cu fibre optice înglobate.

Pentru oțel se utilizează sârme din oţel de înaltă rezistenţă, cu caracteristici cel puţin celor indicate în SR CEI 60888:1994, SR EN 50189, pentru firele din oțel acoperite cu zinc şi în SR EN 61232, pentru fire din oţel - aluminat.

Art. 30. Sârmele din oţel, utilizate la realizarea conductoarelor funie de oţel şi a părţii (inimii) de oţel a conductoarelor de aluminiu-oţel şi aliaje de aluminiu-oţel, vor fi protejate împotriva coroziunii;

- cu un strat gros de zinc având caracteristicile cel puţin corespunzătoare clasei a 2-a de zincare indicate în SR CEI 60888:1994.
- prin aluminare, cu strat protector de aluminiu, clasa 20 IACS, conform SR EN 61232, pentru fire din oţel aluminat.

Art. 31. Calculul mecanic al conductoarelor se efectuează după metoda la stări limită, în care rezistenţele de calcul sunt stabilite în procente din rezistenţa de rupere calculată a conductorului, p_{rc}.

Prin calcul, se urmăreşte ca rezistenţele mecanice de calcul să nu fie depăşite cu mai mult de 5% în punctele de prindere ale conductorului în cleme, la diferite stări de funcţionare.

Se vor verifica următoarele stări:

a) starea de solicitare maximă, apărută în ipoteza corespunzătoare art. 23, punctul g, cu încărcarea, g_{7c}, din tabelul 8, pentru care valoarea maximă a rezistenţei de calcul va fi de $0,7 \cdot p_{rc}$;
b) starea de temperatură minimă, corespunzătoare art. 23, punctul a, cu încărcarea, g_{1c}, pentru care valoarea maximă a rezistenţei de calcul va fi de $0,5 \cdot p_{rc}$;
c) starea de solicitare de fiecare zi, corespunzătoare art. 23, punctul b, cu încărcarea, g_{1c}, pentru care valoarea maximă a rezistenţei de calcul va fi de $0,18 \cdot p_{rc}$, când deschiderea este mai mare de 120 m şi conductoarele nu sunt prevăzute cu antivibratoare şi $0,25 \cdot p_{rc}$, când deschiderea este mai mică de 120 m sau când conductoarele sunt prevăzute cu antivibratoare.

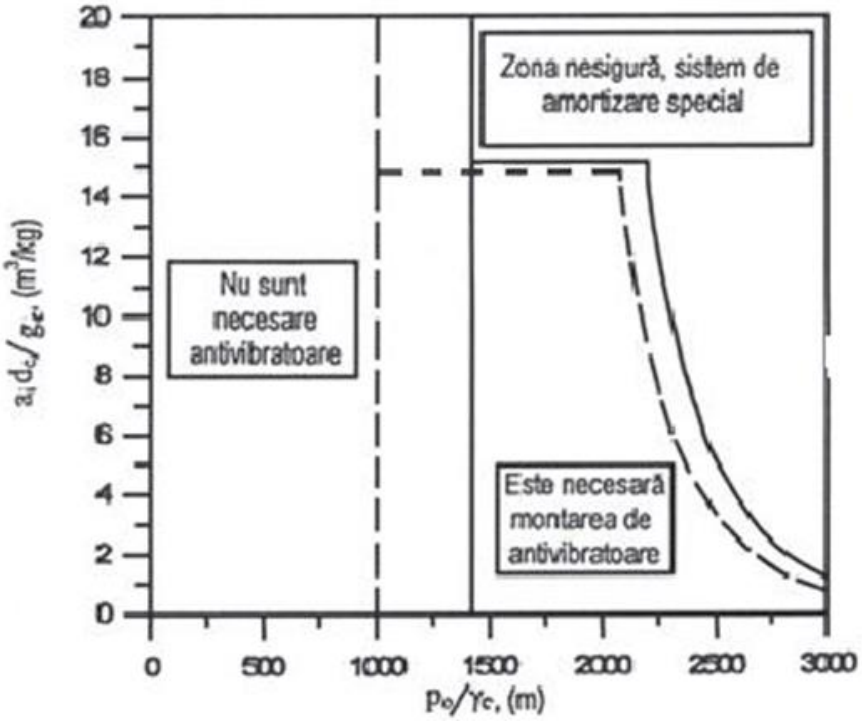
Calculul mecanic al conductoarelor izolate şi a celor cu fibră optică inclusă se face în acelaşi mod ca la conductoarele normale.

În plus, pentru conductoarele cu fibră optică înglobată, producătorii trebuie să aducă dovezi bazate pe teste că, în oricare din stările a), b) sau c) definite mai sus, la limită, caracteristicile mecanice şi optice ale fibrei rămân neschimbate.

Montarea de antivibratoare pe conductoarele nefasciculare şi pe conductoarele de protecţie se face în funcţie de morfologia terenului, indiferent de valoarea maximă a rezistenţei de calcul adoptată. Analiza se va face pe toată linia pentru fiecare deschidere în parte, cu ajutorul diagramelor din figura 7. *)

Diagramele delimitează zonele sigure, cu sau fără antivibratoare montate, de zona nesigură, unde sunt necesare sisteme de amortizare speciale, în funcţie de rapoartele $a_i \cdot d_c / g_1$ şi p_o / γ_1.

Figura 7. Diagrama privind protecţia conductoarelor LEA cu antivibratoare, în funcţie de forma şi caracteristicile terenului.



- - - zone deschise, plane, fără copaci sau construcţii sau în apropierea unor ape

____ zone deschise, uşor denivelate, cu copaci şi clădiri

Legendă:

- a_i este deschiderea între stâlpi, în m;
- d_c - diametrul conductorului, în m;
- g_c - masa unitară a conductorului, în kg/m;
- γ_c - masa specifică a conductorului, în kg/m·mm^2;
- p_o - tracţiunea orizontală unitară în conductor la 15°C, în kg/mm^2.

Art. 33. Săgeţile maxime ale conductoarelor se calculează în ipotezele corespunzătoare art. 23 punctele e şi f; săgeţile minime şi săgeţile medii se calculează în ipotezele corespunzătoare art. 23 punctele a, respectiv b, la încărcări normate, cu următoarele precizări:

- vântul acţionează perpendicular pe conductoare;
- coeficientul de rafală şi neuniformitate al vântului se determină pe baza înălţimii medii de suspensie a conductorului din deschiderea cea mai defavorabilă din panou, din punct de vedere al tracţiunii orizontale, conform art. 13.

La calculul curbelor şablon utilizate la amplasarea stâlpilor pe profilul liniei, în faza de proiectare, se consideră starea finală a tracţiunilor şi săgeţilor conductoarelor. Aceasta ţine seama de fenomenul de fluaj. Ca stare finală se ia starea existentă după 10 ani de funcţionare.
La calculul săgeţilor de montaj ale conductoarelor se va considera starea iniţială, respectiv starea dinaintea apariţiei fenomenului de fluaj. Tracţiunile şi săgeţile conductoarelor pentru starea iniţială
se calculează plecând de la valorile maxime ale rezistenţelor de calcul indicate la art. 31.
Calculul tracţiunilor la alte stări decât cele de dimensionare se face cu ajutorul ecuaţiei de stare, aplicându-se metoda cu module de elasticitate iniţial şi final egale.

În situaţia în care fabricanţii oferă date suplimentare certe, se pot aplica:

- metoda de calcul cu module de elasticitate iniţial şi final diferite,
- metode de calcul exacte, cu utilizarea de curbe de încărcare – revenire ale conductoarelor şi de fluaj (considerat după 10 ani) întocmite pe bază de teste.

Art. 33. Valorile contragreutăţilor se determină în ipotezele corespunzătoare art. 23, punctele a şi d.

Art. 34. Săgeţile de montaj şi săgeţile cu care se reprezintă curbele şablon ale conductoarelor
se calculează cu valori ale încărcărilor şi tracţiunilor normate, pornindu-se de la încărcarea de calcul (g7c sau g1c) şi valoarea maximă a rezistenţei de calcul, admisă la starea de dimensionare, indicată la art. 31.

Tabelul 10.1. Caracteristicile fizico-mecanice ale sârmelor componente ale conductoarelor funie pentru LEA existente

Caracteristici	Rezistivitatea electrică în curent continuu la 20°C	Coeficientul de temperatură al rezistenței electrice	Greutatea volumică (greutatea specifică)	Coeficientul de dilatare termică liniară	Modulul de elasticitate	Rezistența la rupere
Material	$\Omega \bullet mm^2/m$	$°C^{-1}$	kg/dm^3	$°C^{-1}$	daN/mm^2	daN/mm^2
Aluminiu	0,028264	0,004	2,7	$2,3 \bullet 10^{-5}$	5500	(18,5÷17,3) pentru fire cu ϕ = (1,85÷2,50) mm; (17,3÷16,4) pentru fire cu ϕ = (2,50÷4,00) mm
Aliaje de aluminiu	0,032840 - tip A 0,032530 - tip B	0,0036	2,703	$2,3 \bullet 10^{-5}$	5500	32,5 (tip A), 29,5 (tip B) pentru fire cu $\phi \leq 3,5$ mm; 31,5 (tip A), 29,5 (tip B) pentru fire cu $\phi > 3,5$ mm
Oțel categoria B	(0,2510÷0,2493) pentru fire cu ϕ = (1,45÷3,20) mm	0,0045	7,85	$1,15 \bullet 10^{-5}$	19600	117,6
Oțel categoria C	(0,2510÷0,2493) pentru fire cu ϕ = (1,45÷3,20) mm	0,0045	7,85	$1,15 \bullet 10^{-5}$	19600	137,3

Tabelul 10.2 Caracteristicile fizico-mecanice ale sârmelor componente ale conductoarelor funie pentru LEA noi.

Caracteristici		Conductivitate (%IACS)	Coeficientul de temperatură al rezistenței electrice	Coeficientul de dilatare termică liniară	Modulul de elasticitate	Rezistența la rupere	Temperatura de funcționare	
							Continua	Excepțională*
Material	tip	-	$°C^{-1}$	$°C^{-1}$	daN/mm^2	MPa	°C	°C
Aluminiu	1350-H19 (AL1)	61,2	0,00403	$2,3 \bullet 10^{-5}$	5500	160-200	90	125
	1350-0(A0)	63	0,00403	$2,3 \bullet 10^{-5}$	5500 -6000	59-97	350	350
Aliaje de aluminiu	Aliaj de aluminiu 6000 (AL3)	52,5	0,0036	$2,3 \bullet 10^{-5}$	6000	320-400	90	125
	AT1-aliaj de aluminiu sper termal rezistent	60	0,0040	$2,3 \bullet 10^{-5}$	5500-6000	159-169	150	180
	AT2-aliaj de aluminiu termal rezistent	60	0,0036	$2,3 \bullet 10^{-5}$	5500-6000	159-176	210	240
Oțel galvanizat	Normal	-	0,0045	$1,15 \bullet 10^{-5}$	21000	1400	180	200
	HS	-	0,0045	$1,15 \bullet 10^{-5}$	21000	1600	180	200
Oțel Aluminat	20,3 IACS	20.3	0,0036	$1,3 \bullet 10^{-5}$	16200	1200	150	200
Oțel Mischmetal (Zn-5Al-OL)	Standard	-	0,0036	$1,15 \bullet 10^{-5}$	21000	1400	250	350
	EHS	-	0,0038	$1,15 \bullet 10^{-5}$	21000	1600	250	350
	UHS	-	0,0040	$1,15 \bullet 10^{-5}$	21000	1900	250	350
Aliaj invar	Invar(galvanizat/aluminizat)	-	-	$0,35 \bullet 10^{-5}$	16000	1050	180/210	200/240
Fibra de carbon	CC	-	-	$0,16 \bullet 10^{-5}$	12500	2200	180	200
Fibra ceramica	3M	-	-	$0,60 \bullet 10^{-5}$	22000	1400	250	300

VII. IZOLATOARE, CLEME, ARMĂTURI

VII.1. Izolaţie

Art. 35. Proiectarea izolatoarelor/lanțurilor de izolatoare include elementele de izolatoare tip capă-tijă, tip tijă și tip suport. Izolatoarele pot fi fabricate din material ceramic, din sticlă sau din material compozit. La unele linii electrice aeriene se pot folosi şi combinaţii între aceste tipuri de izolatoare.

Izolatoarele trebuie să fie rezistente la influenţa condiţiilor climatice externe, inclusiv radiaţia solară.

Ele trebuie să fie rezistente la poluarea atmosferică şi să fie capabile de performanţe satisfăcătoare atunci când sunt supuse condiţiilor de poluare precizate în Specificaţia de proiectare.

Izolatoarele trebuie să fie proiectate, inclusiv pentru manipulare şi întreţinere, întreţinerea trebuie să permită lucrul sub tensiune, când acesta cerinţă este specificată.

Pentru dimensionarea din punct de vedere electric a izolatoarelor sau a lanţurilor de izolatoare ale LEA, tipul şi numărul izolatoarelor de suspensie din lanţurile de izolatoare sau tipul izolatoarelor suport se aleg, astfel încât să se asigure un nivel de izolaţie caracterizat după cum urmează:

a) Tensiunea nominală de ţinere la frecvenţă industrială timp de un minut sub ploaie, în funcţie de tensiunea nominală a liniei, trebuie să aibă cel puţin valorile din tabelul 11.
b) Tensiunea nominală de ţinere la unda de impuls de formă normalizată de 1,2/50 μs, de polaritate care conduce la tensiunea de ţinere cea mai mică, trebuie să fie cel puţin egală cu valorile din tabelul 11.
c) Tensiunea nominală de ţinere la unda de impuls de comutaţie 250/2500 μs trebuie să fie cel puţin egală cu valorile din tabelul 11.

Coordonarea izolaţiei liniei, se face prin limitarea tensiunii de conturnare, *U 50%*, la unda de impuls de formă normalizată de 1,2/50 μs, la 125% din valoarea tensiunii nominale de ţinere definită la punctul b), indiferent de polaritatea undei.

Această condiție se aplică numai pe porțiunile de linie de cca. 1,5 km față de cadrele stațiilor.

Art. 36. Determinarea numărului de izolatoare din lanţurile de izolatoare sau tipul izolatoarelor suport în funcţie de gradul de poluare al zonei traversate se va face conform prevederilor normativului NTE 001/03/00.

Art. 37. Armăturile de protecţie sunt utilizate pentru uniformizarea câmpului electric, reducerea zgomotului acustic şi protejarea izolatoarelor la arcul electric.

Folosirea armăturilor de protecţie împotriva arcului electric este obligatorie la LEA cu tensiuni nominale de 220 kV şi 400 kV.

Art. 38. Numărul de izolatoare dintr-un lanţ determinate pe baza tensiunilor nominale de ţinere din tabelul 11 se măreşte cu 10%, în cazul izolatoarelor străpungibile (din cauza spargerilor).

Art. 39. La LEA 110 kV, numărul de izolatoare din lanţurile de întindere, formate din elemente tip capă-tijă, se ia mai mare cu o unitate decât la lanţurile de susţinere.

Art. 40. La liniile sau porţiunile de linii situate la altitudini peste 1000 m, valorile tensiunilor de ţinere nominale la frecvenţă industrială timp de un minut şi ale tensiunilor de ţinere nominale la impuls de trăsnet sau comutaţie din tabelul 11 se măresc cu 2%, pentru fiecare 100 m peste 1000 m.

În cazul izolatoarelor suport, dacă prin aplicarea sporului de înălţime se depăşeşte nivelul de izolaţie asigurat de izolatoare, corespunzător tensiunii nominale a liniei, se aplică măsurile de creştere a nivelului de izolaţie, conform tabelului 19 (excluzându-se măsura prevăzută la nota 1 din

acest tabel); dacă acestea se dovedesc insuficiente, se adoptă alte soluţii corespunzătoare de izolare.

Art. 41. Pentru stâlpii înalţi, utilizaţi în cazul marilor traversări, nivelul de izolaţie se măreşte, de la caz la caz, astfel încât să se asigure un grad sporit de siguranţă, în raport cu descărcările atmosferice,

cu dificultăţile efectuării lucrărilor de întreţinere şi cu particularităţile microclimatului din zona traversării.

Art. 42. Izolatoarele se dimensionează din punct de vedere mecanic pentru grupările fundamentală şi specială de încărcări, astfel încât în ipoteza de încărcare maximă prevăzută în art. 23, punctul g,

forţele de calcul să fie mai mici sau cel mult egale cu sarcina de calcul a izolatorului.

Sarcinile de calcul pentru izolatoare se stabilesc în procente din sarcina de rupere mecanică minimă respectivă, conform tabelului 12.

Tabelul 11. (extras din NTE 001/03/00)

Niveluri nominale de ţinere ale izolaţiei fază-pământ pentru echipamentele LEA.

Tensiunea nominală a LEA	Tensiunea maximă a echipamentului, U_m (valoare efectivă)	Tensiunea nominală de ţinere la încercare de scurtă durată cu frecvenţă industrială, 50 Hz (valoare efectivă)	Tensiunea nominală de ţinere la impuls de trăsnet, undă 1,2/50 µs (valoare de vârf)	Tensiunea nominală de ţinere la impuls de comutaţie, undă 250/2500 µs (valoare de vârf)
kV	kV_{ef}	kV_{ef}	kV_{max}	kV_{max}
20	24	50	125	-
110	123	230	550	-
220	245	460	1050	-
400	420	680	1425 (1550) *)	1050
750	787	-	2100	1425 (1550) *)

Notă:

*) Valori care corespund unora dintre echipamentele existente în instalaţiile din România şi care trebuie avute în vedere la studiile de coordonare a izolaţiei în cadrul extinderii sau modernizării staţiei.

Tabelul 12. Procente din sarcina minimă de rupere mecanică pentru stabilirea sarcinilor de calcul pentru izolatoare.

Tipul izolatoarelor	Procente din sarcina de rupere minimă (%)
Izolator suport din porţelan	50
Izolator tijă (cu inima plină) din porţelan	40
Izolator capă-tijă din porţelan sau sticlă	50
Izolator din materiale compozite	60

VII.2. Cleme şi armături

Art. 43. Clemele și armăturile pentru liniile electrice de înaltă tensiune vor fi proiectate, fabricate şi instalate astfel încât să respecte cerinţele generale ale funcţionării, mentenanţei şi impactului cu mediul determinate de parametrii de proiectare ai liniei, pe baza informaţiilor conţinute în acest normativ.

Clemele şi armăturile, exclusiv clemele de întindere şi înnădire, se dimensionează din punct de vedere mecanic, pentru grupările fundamentală şi specială de încărcări, astfel încât în ipoteza de încărcare maximă, conform art. 23, punctul g, forţele de calcul să fie mai mici sau cel mult egale cu sarcinile de calcul ale pieselor respective.

Alegerea materialelor şi/sau proiectarea accesoriilor conductoarelor trebuie să fie astfel încât pierderile magnetice să fie acceptabil de mici. Metoda de testare şi criteriile de acceptare trebuie respecte, pe lângă Specificaţiile Tehnice, şi standardul EN 61284.

Sarcinile de calcul ale clemelor şi armăturilor se determină prin adoptarea unui procent de 50% din sarcina de rupere mecanică minimă.

Art. 44. Verificarea elementelor de izolatoare şi a clemelor şi armăturilor componente ale lanţurilor multiple de izolatoare, la gruparea specială de încărcări (regim de avarie), conform art. 42 şi 43,

se face după cum urmează:

- în cazul lanţurilor multiple de susţinere: fie prin ruperea unui element de izolator dintr-o ramură, fie prin ruperea conductorului;
- în cazul lanţurilor multiple de întindere: prin ruperea unui element de izolator dintr-o ramură.

Verificarea în regim de avarie a lanţurilor multiple, la ruperea unei ramuri, se face numai în porţiunile speciale de traseu, la care se impune siguranţă mărită. Pentru verificare la ruperea unei ramuri se aplică un procent din sarcina de rupere minimă egal cu 62.5%;

- Lanţurile simple cu izolatoare capă şi tijă se verifică la capacitatea reziduală în urma spargerii unei pălării izolante Pentru verificare la capacitatea reziduală se aplică un coeficient parţial de siguranţă egal cu 1.0;
- Izolaţia suport din materiale compozite şi izolaţia compozită din lanţurile de izolatoare simple trebuie încercate bucată cu bucată la 75% din sarcina de rupere garantată la procurare.

Art. 45. Clemele de întindere şi înnădire mecanică a conductoarelor trebuie să aibă o sarcină de alunecare egală cu minimum 95% din valoarea sarcinii de rupere minime a conductorului.

VIII. MONTAREA CONDUCTOARELOR PE STÂLPI, DISTANŢE, GABARITE

Art. 46. Montarea conductoarelor pe stâlpi se va realiza, astfel încât să se respecte distanţele minime admisibile între părţile aflate sub tensiune, între acestea şi părţile legate la pământ, precum şi valorile unghiului de protecţie, conform art. 119.

Art. 47. Distanţele minime admisibile între conductoarele active şi între conductoarele active şi cele de protecţie, în poziţii nedeviate, după condiţia apropierii în deschidere, rezultă din relaţia de mai jos:

$$d = k \cdot \sqrt{f_c + l_{iz}} + \frac{U_n}{150} \quad [m], \quad (VIII.1)$$

unde:

- f_c este săgeata maximă în deschidere, a conductoarelor, determinată în ipotezele din art. 23, punctele e sau f, în m *);
- l_{iz} - lungimea lanţului de izolatoare, în m (pentru lanţuri de izolatoare de întindere, de susţinere montate în V şi pentru izolatoare suport, l_{iz} = 0);
- U_n - tensiunea nominală a liniei, în kV **);
- k - coeficientul care depinde de tensiunea nominală a liniei, de materialul şi secţiunea conductoarelor şi de poziţia lor pe stâlp *).

La aşezarea pe orizontală sau pe verticală a conductoarelor, coeficientul k ia valorile lui k_v, respectiv k_h, din tabelul 13, în care:

- k_v este coeficientul la aşezarea conductoarelor pe verticală (aproximativ în acelaşi plan vertical);
- k_h - coeficientul de aşezare a conductoarelor pe orizontală (în acelaşi plan orizontal).

Tabelul 13. Valorile coeficienţilor k_v, k_h.

Materialul conductoarelor			Tensiunea liniei, U_n			
Oţel şi oţel aluminat (alumoweld)	Aluminiu şi aliaje de aluminiu	Oţel – aluminiu şi conductoare izolate	< 110 kV		≥ 110 kV	
			Coeficientul		Coeficientul	
Secţiunea conductoarelor (mm²)			k_v	k_h	k_v	k_h
10 ÷ 16	16 ÷ 150	16 ÷ 70	0,85	0,65	0,95	0,70
25 ÷ 35	> 150	95 ÷ 150	0,75	0,62	0,85	0,65
70 ÷ 95	-	185 ÷ 300	0,70	0,60	0,75	0,62
> 95	-	> 300	0,70	0,60	0,70	0,60

Notă:

(*) - pentru conductoare din materiale sau secţiuni diferite se ia în considerare conductorul pentru care săgeata este cea mai mare, respectiv coeficientul k este cel mai mare;

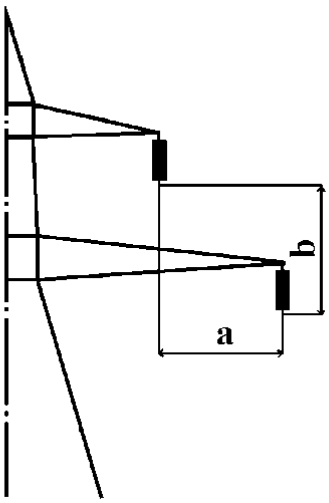
(**) - pentru circuite cu tensiuni nominale diferite, montate pe aceiaşi stâlpi, se ia în considerare valoarea cea mai mare a tensiunii.

Pentru aşezări oarecare ale conductoarelor, coeficientul, *k*, se determină cu relaţia:

$$k = k_h + \left(k_v - k_h\right) \cdot \frac{b^2}{a^2 + b^2}, \qquad \text{(VIII.2)}$$

în care k_v şi k_h sunt coeficienţii cuprinşi în tabelul 13, iar *a* şi *b* au semnificaţia din figura 8.

Figura 8.



Determinarea distanţelor minime între faze la liniile de medie tensiune cu conductoare izolate se face cu aplicarea unui factor de corecţie egal cu 1/3 formulei anterioare, acceptându-se atingerile conductoarelor datorate fenomenelor de galopare, pendulare, salt etc.

$$d = \frac{1}{3} \cdot \left(k \cdot \sqrt{f_c + l_{iz}} + \frac{U_n}{150}\right) \qquad \text{[m].} \qquad \text{(VIII.3)}$$

Art. 48. Pentru conductoarele de secţiuni diferite, din materiale diferite sau cu săgeţi diferite, se verifică distanţa *d* între conductoare, în ipoteza că unul dintre conductoare este supus presiunii maxime a vântului (ipoteza corespunzătoare art. 23 punctul d), iar celălalt presiunii unui vânt cu o viteză mai mică cu 20% decât primul. Distanţa între conductoare în această ipoteză trebuie să fie mai mare decât $U_n / 150$, însă nu mai mică de 0,20 m.

Art. 49. În cazuri speciale, distanţele între conductoarele active şi între conductoarele active şi cele de protecţie se vor determina după condiţiile locale şi după experienţa dobândită la lucrări analoage; ele nu pot fi însă mai mici decât cele rezultate din condiţiile precizate în art. 47, 48 şi 49; tot în cazuri speciale

se includ şi galoparea, saltul conductoarelor la descărcarea de chiciură, pendulare asincronă şi încărcările neuniforme cu chiciură ale conductoarelor.

Distanţele de separare minime admise între conductoare în cazul galopării, saltului conductoarelor sau al pendulării asincrone se consideră:

- 0,20 m pentru LEA 20 kV în cazul conductoarelor neizolate si 0,00 m in cazul conductoarelor izolate sau preizolate;
- 0,45 m pentru LEA 110 kV;
- 0,95 m pentru LEA 220 kV;
- 1,65 m pentru LEA 400 kV,

valori corespunzătoare tensiunii de funcţionare a LEA.

Art. 50. Distanţele minime admisibile pe stâlpi între părţile aflate sub tensiune şi părţile legate la pământ sunt precizate în tabelul 14.

Tabelul 14. Distanţe minime admisibile între părţile aflate sub tensiune şi părţile legate la pământ pe stâlpi.

Condiţia climato–meteorologică	Modul de solicitare LEA la tensiuni	Tensiunea nominală a liniei, U_n			
		1 kV< U_n≤ 20 kV	110 kV	220 kV	400 kV
		Distanţa minimă (cm)			
Temperatura medie, viteza vântului 0 ÷10 m/s *)	Supratensiuni de trăsnet	25	90	180	290
Temperatura medie, vânt maxim	Tensiunea maximă de funcţionare normală	10	40	60	100

*) Din intervalul (0 □10) m/s se alege acea valoare a vitezei vântului care conduce la cea mai defavorabilă situaţie creată prin devierea părţilor aflate sub tensiune în raport cu cele legate la pământ.

Notă:

Toate valorile din tabel se referă la LEA situate până la altitudinea de 1000 m.

In cazul conductoarelor torsadate distanţele minime admisibile între părţile aflate sub tensiune şi părţile legate la pământ pe stâlpi sunt egale cu 0 cm.

Art. 51. Distanţele minime admisibile între fazele LEA, în locurile unde ele se încrucişează pe stâlpi, sunt cele prevăzute în tabelul 15.

Tabelul 15. Distanţe minime admisibile între faze la încrucişări pe stâlpi.

Condiţia climato–meteorologică	Modul de solicitare LEA la tensiuni	Tensiunea nominală a liniei, U_n			
		20 kV	110 kV	220 kV	400 kV
		Distanţa minimă (cm)			
Temperatura medie, viteza vântului 0 ÷10 m/s *)	Supratensiuni de trăsnet	40	135	250	350
Temperatura medie, vânt maxim	Tensiunea maximă de funcţionare normală	20	60	110	180

*) Din intervalul (0 ÷10) m/s se alege acea valoare a vitezei vântului care conduce la cea mai defavorabilă situaţie creată prin devierea părţilor aflate sub tensiune în raport cu cele legate la pământ.

Notă: Toate valorile din tabel se referă la LEA situate până la altitudinea de 1000 m.

Art. 52. Unghiurile de înclinare ale lanţurilor de izolatoare de susţinere se calculează cu relaţia:

$$\alpha_{iz} = \operatorname{arctg} k_{\alpha} \cdot \frac{a_v \cdot g_{vc}}{a_g \cdot g_c}, \qquad \text{(VIII.4)}$$

unde k_α = 0,5 pentru LEA cu $U_n \leq 110$ kV şi 0,75 pentru LEA cu U_n = (220 ÷ 400) kV.

Unghiurile de înclinare a conductoarelor se calculează cu relaţia:

$$\alpha_c = \operatorname{arctg} \frac{a_v \cdot g_{vc}}{a_g \cdot g_c}, \qquad \text{(VIII.5)}$$

unde g_{vc} se calculează cu relaţia din art. 14, în condiţia din art. 23, punctul d, iar g_c este masa unitară a conductorului, în daN/m.

Art. 53. Distanţele menţionate în tabelele 14 şi 15 se referă la liniile construite până la 1000 m altitudine.

Pentru liniile construite la altitudini peste 1000 m, distanţele prevăzute în aceste tabele se măresc cu 2% pentru fiecare 100 m peste 1000 m.

Art. 54. În scopul asigurării simetriei sistemului trifazat, se vor executa transpuneri ale fazelor LEA cu U_n = 110 kV şi mai mare, conform indicaţiilor din tabelul 16.

Tabelul 16. Lungimi ale LEA pentru care se execută transpuneri de fază.

Tensiunea nominală a LEA, U_n (kV)	Felul transpunerii	
	Un ciclu complet	Două cicluri complete
	Lungime LEA (km)	
110	100	-
220	150	250
400	200	250 *)

Notă:

*) Această distanţă poate fi mărită până la 400 km, în funcţie de modul de încadrare a liniei în sistem.

Art. 55. Distanţele minime admisibile între conductoarele LEA şi suprafaţa terenului, în regim normal de funcţionare a liniei, conductorul aflându-se în ipoteza care conduce la săgeata maximă, sunt cele precizate în tabelul 30.

Art. 56. Pentru protecţia LEA la supratensiuni atmosferice şi pentru comportarea bună la fenomenul de galopare, săgeata conductorului de protecţie nu trebuie să depăşească săgeata conductorului activ la stările de săgeată maximă şi la temperatura medie.

IX. TIPURI DE STÂLPI, IPOTEZE DE CALCUL

IX.1. Tipuri de stâlpi

Art. 57. La liniile aeriene de energie electrică se disting, din punct de vedere funcţional, următoarele tipuri de stâlpi:

a) *Stâlpi de susţinere*, utilizaţi în mod curent pe linii pentru susţinerea conductoarelor, echipaţi cu izolatoare de susţinere, sunt de tip normal sau de tip întărit.

La stâlpii de tip normal se utilizează cleme cu eliberarea conductorului, respectiv cleme sau legături cu tracţiune limitată.

La stâlpii de tip întărit se utilizează cleme sau legături cu reţinerea conductorului.

b) *Stâlpi de întindere*, utilizaţi pentru fixarea conductoarelor prin întindere, ca punct de sprijin, în lungul liniei, în locuri alese din condiţiile de funcţionare sau montaj.

c) *Stâlpi terminali*, utilizaţi pentru fixarea conductoarelor, prin întindere, la capetele liniei.

Stâlpii de susţinere, de întindere şi terminali pot fi montaţi în aliniament sau colţ.

Stâlpii de la punctele a), b) şi c) pot fi utilizaţi pentru montarea unui singur circuit sau a mai multor circuite.

În cazul echipării stâlpilor cu mai multe circuite, acestea pot să fie de aceeaşi tensiune nominală sau de tensiuni nominale diferite.

În cazul liniilor cu tensiuni nominale diferite pe acelaşi stâlp este necesară verificarea compatibilităţii din punct de vedere electric şi mecanic.

d) *Stâlpi de intervenţie*, utilizaţi pentru remedierea temporară a unor porţiuni de linii avariate, prin ocolirea acestora, în scopul reducerii duratelor de întrerupere şi pentru crearea posibilităţii de remediere definitivă a liniei.

Stâlpii de intervenţie pot fi de susţinere, echipaţi cu console izolante, de întindere şi terminali, echipaţi cu lanţuri de izolatoare de întindere.

IX.2. Ipoteze de calcul

Art. 58. Stâlpii se dimensionează prin calcul pe baza încărcărilor de calcul determinate conform subcap. V.3., în regim normal de funcţionare, în regim de avarie şi în condiţii de montaj, ţinându-se seama de tipul funcţional şi constructiv şi diferite ipoteze de încărcare.

La dimensionarea stâlpilor se admite o depăşire a rezistenţelor de calcul cu maximum 3%.

Art. 59. Stâlpii de intervenţie (inclusiv consolele izolante şi ancorele) se dimensionează prin calcul, pe baza încărcărilor de calcul determinate probabilistic, cu o asigurare de minim 5 ani, în regim normal de funcţionare.

Stâlpii de intervenţie nu se dimensionează în regim de avarie.

IX.2.1. Regim normal de funcţionare

Art. 60. Pentru dimensionarea stâlpilor în regim normal de funcţionare, se consideră următoarele ipoteze de calcul:

- Vânt maxim perpendicular pe linie (N.1);
- Vânt perpendicular pe linie, simultan cu depunere de chiciură (N.2);
- Vânt maxim în lungul liniei (N.3);
- Vânt în lungul liniei, simultan cu depunere de chiciură (N.4);
- Vânt maxim la 45° pe linie (N.5);
- Vânt la 45° pe linie, simultan cu depunere de chiciură (N.6);
- Condiţia de dimensionare în lungul liniei (N.7);
- Diferenţa de tracţiune în condiţii de depunere de chiciură (N.8);
- Vânt maxim perpendicular pe linie în montaj terminal (N.9);
- Vânt perpendicular pe linie simultan cu depunere de chiciură în montaj terminal (N.10);
- Vânt maxim în lungul liniei în montaj terminal (N.11);
- Vânt în lungul liniei, simultan cu depunere de chiciură în montaj terminal (N.12).

Art. 61. La vânt maxim perpendicular pe linie (N.1) se consideră încărcările rezultate din:

- presiunea vântului fără chiciură (art. 23, punctul d) acţionând orizontal, în direcţia perpendiculară pe axul liniei sau în direcţia bisectoarei unghiului liniei, asupra stâlpului, izolatoarelor şi conductoarelor pe deschiderea la încărcări din vânt;
- masa fără chiciură a stâlpului, izolatoarelor şi conductoarelor acţionând vertical pe deschiderea la încărcări verticale;
- tracţiunile orizontale în conductoare, corespunzătoare art. 23, punctul d, acţionând în direcţia bisectoarei unghiului liniei.

Art. 62. La vânt perpendicular pe linie simultan cu depunere de chiciură (N.2) se consideră încărcările rezultate din:

- presiunea vântului cu chiciură (art. 23, punctul g) acţionând orizontal, în direcţia perpendiculară pe axul liniei sau în direcţia bisectoarei unghiului liniei, asupra stâlpului, izolatoarelor şi conductoarelor pe deschiderea la încărcări din vânt;

- masa în condiţiile depunerilor de chiciură a stâlpului, izolatoarelor şi conductoarelor acţionând vertical pe deschiderea la încărcări verticale;
- tracţiunile orizontale, în conductoare, corespunzătoare art. 23, punctul g, acţionând în direcţia bisectoarei unghiului liniei.

Art. 63. La vânt maxim în lungul liniei (N.3) se consideră încărcările rezultate din:

- presiunea vântului, fără chiciură (art. 23, punctul d), acţionând orizontal în direcţia axului liniei sau perpendicular pe bisectoarea unghiului liniei asupra stâlpului, izolatoarelor şi, dacă stâlpul este montat în colţ, asupra conductoarelor pe deschiderea la încărcări din vânt;
- masa fără chiciură a stâlpului, izolatoarelor şi conductoarelor acţionând vertical pe deschiderea la încărcări verticale;
- tracţiunile orizontale, în conductoare, corespunzătoare art. 23, punctul d, acţionând în direcţia bisectoarei unghiului liniei.

Art. 64. La vânt în lungul liniei, simultan cu depunere de chiciură (N.4) se consideră încărcările rezultate din:

- presiunea vântului, fără chiciură (art. 23, punctul g), acţionând orizontal în direcţia axului liniei sau perpendicular pe bisectoarea unghiului liniei asupra stâlpului, izolatoarelor şi conductoarelor pe deschiderea la încărcări prin vânt;
- masa în condiţiile depunerilor de chiciură a stâlpului, izolatoarelor şi conductoarelor acţionând vertical pe deschiderea la încărcări verticale;
- tracţiunile orizontale, în conductoare, corespunzătoare art. 23, punctul g, acţionând în direcţia bisectoarei unghiului liniei.

Art. 65. La vânt maxim la 45º pe linie (N.5) se consideră încărcările din art. 61, vântul acţionând după o direcţie situată la 45º faţă de aliniamentul liniei sau bisectoarei unghiului liniei.

Art. 66. La vânt la 45º pe linie, simultan cu depunere de chiciură (N.6) se consideră încărcările din articolul 62 şi vântul acţionând după o direcţie situată la 45º faţă de aliniamentul liniei sau bisectoarei unghiului liniei.

Art. 67. În ipoteza condiţiei de dimensionare în lungul liniei (N.7) se consideră încărcările acţionând orizontal în direcţia axului liniei sau perpendicular pe bisectoarea unghiului liniei, egale sau cel puţin:

- 50% pentru linii cu simplu circuit;
- 33% pentru linii cu două sau mai multe circuite, din încărcările acţionând perpendicular pe axul liniei sau pe direcţia bisectoarei unghiului liniei, rezultate din ipoteza cea mai defavorabilă între N.1 şi N.2;
- încărcările verticale corespund ipotezei N.1 sau N.2.

Art. 68. În ipoteza diferenţei de tracţiune în condiţii de depunere de chiciură (N.8) se consideră încărcările rezultate din:

- considerarea unei diferenţe de 25% între tracţiunea orizontală ale tuturor conductoarelor din panourile adiacente, în condiţiile art. 23, punctul f, acţionând în direcţia axului liniei;
- masa în condiţiile depunerilor de chiciură a stâlpului, izolatoarelor şi conductoarelor, acţionând vertical pe deschidere la încărcări verticale în condiţia art. 23, punctul f.

Art. 69. În ipoteza vântului maxim perpendicular pe linie în montaj terminal (N.9) se consideră încărcările rezultate din:

- presiunea vântului fără chiciură (art. 23, punctul d) acţionând orizontal, în direcţie perpendiculară pe axul liniei sau în direcţia bisectoarei unghiului liniei asupra stâlpului, izolatoarelor şi conductoarelor pe deschidere la încărcări din vânt;
- masa fără chiciură a stâlpului, izolatoarelor şi conductoarelor acţionând vertical pe deschiderea la încărcări verticale;
- tracţiunile orizontale unilaterale ale tuturor conductoarelor, realizate în condiţiile art. 23, punctul d, acţionând în direcţia axului liniei.

Art. 70. În ipoteza vântului perpendicular pe linie, simultan cu depunere de chiciură în montaj terminal (N.10) se consideră încărcările rezultate din:

- presiunea vântului cu chiciură (art. 23, punctul g) acţionând orizontal, în direcţia perpendiculară pe axul liniei sau în direcţia bisectoarei unghiului liniei, asupra stâlpului, izolatoarelor şi conductoarelor pe deschiderea la încărcări din vânt;
- masa în condiţiile depunerilor de chiciură a stâlpului, izolatoarelor şi conductoarelor acţionând vertical pe deschiderea la încărcări verticale;
- tracţiunile orizontale, în conductoare, corespunzătoare art. 23, punctul g, acţionând în direcţia axului liniei.

Art. 71. În ipoteza vânt maxim în lungul liniei în montaj terminal (N.11) se consideră încărcările rezultate din:

- presiunea vântului, fără chiciură (art. 23, punctul d), acţionând orizontal în direcţia axului liniei sau perpendicular pe bisectoarea unghiului liniei asupra stâlpului, izolatoarelor şi, dacă stâlpul este montat în colţ, asupra conductoarelor pe deschiderea la încărcări din vânt;
- masa fără chiciură a stâlpului, izolatoarelor şi conductoarelor acţionând vertical pe deschiderea la încărcări verticale;
- tracţiunile orizontale, în conductoare, corespunzătoare art. 23, punctul d, acţionând în direcţia bisectoarei axului liniei.

Art. 72. În ipoteza vântului în lungul liniei simultan cu depunere de chiciură în montaj terminal (N.12) se consideră încărcările rezultate din:

- presiunea vântului cu chiciură (art. 23, punctul g) acţionând orizontal, în direcţia perpendiculară pe axul liniei sau în direcţia bisectoarei unghiului liniei, asupra stâlpului, izolatoarelor şi conductoarelor pe deschiderea la încărcări din vânt;
- masa în condiţiile depunerilor de chiciură a stâlpului, izolatoarelor şi conductoarelor acţionând vertical pe deschiderea la încărcări verticale;
- tracţiunile orizontale, în conductoare, corespunzătoare art. 23, punctul g, acţionând în direcţia axului liniei.

IX.2.2. Regim de avarie

Art. 73. Pentru dimensionarea stâlpilor în regim de avarie se consideră următoarele ipoteze de calcul:

- ruperea conductoarelor în condiţiile unui vânt perpendicular pe linie, simultan cu depunere de chiciură (A.1);
- ruperea conductoarelor în condiţiile de vânt în lungul liniei, simultan cu depune de chiciură (A.2).

Art. 74. În cazul ipotezei A.1 se consideră următoarele încărcări:

- proiecţiile încărcărilor orizontale, F, (art. 19), acţionând în lungul liniei sau perpendicular pe bisectoarea unghiului liniei, rezultate din considerarea unor conductoare rupte şi anume:
- o încărcare, F, la fiecare circuit impar, respectiv la fiecare pereche de circuite sau o încărcare, F, corespunzătoare unui singur conductor de protecţie pentru stâlpii de susţinere;
- o încărcare, F, pentru fiecare circuit, la primele două circuite şi câte 0,5 . F la fiecare circuit în plus faţă de dublu circuit sau o încărcare corespunzătoare unui singur conductor de protecţie pentru stâlpii de întindere; sunt exceptaţi stâlpii de întindere din metal pentru LEA de medie tensiune, la care se consideră rupt un singur conductor, indiferent de numărul de circuite. Încărcările, F, se aplică, astfel încât să se realizeze cel mai mare moment de încovoiere sau de torsiune, cu menţiunea că se consideră rupte conductoarele din aceeaşi deschidere.
- încărcările rezultate din presiunea vântului în regim de avarie (art. 23, punctul g) acţionând orizontal, în direcţie perpendiculară pe axul liniei sau în direcţia bisectoarei unghiului liniei asupra stâlpului, izolatoarelor şi conductoarelor pe deschiderea la încărcări din vânt;
- încărcările verticale rezultate din masa cu chiciură a stâlpului, izolatoarelor şi conductoarelor pentru deschiderea la încărcări verticale (art. 23, punctul f).
- proiecţiile pe bisectoarea unghiului liniei a încărcărilor corespunzătoare conductoarelor rupte, plus încărcările din tracţiunile orizontale, în conductoare sau fazele cu conductoare rămase nerupte, acţionând în direcţia bisectoarei unghiului liniei, toate luate în ipoteza din art. 23, punctul g, în regim de avarie.

Art. 75. În cazul ipotezei A.2 se consideră următoarele încărcări:

- proiecţiile încărcărilor orizontale, *F*, (art. 19), acţionând în lungul liniei sau perpendicular pe bisectoarea unghiului liniei, rezultate din considerarea unor conductoare rupte şi anume:
- o încărcare, *F*, la fiecare circuit impar, respectiv la fiecare pereche de circuite sau o încărcare, *F*, corespunzătoare unui singur conductor de protecţie pentru stâlpii de susţinere;
- o încărcare, *F*, pentru fiecare circuit, la primele două circuite şi câte $0{,}5 \cdot F$ la fiecare circuit în plus faţă de dublu circuit sau o încărcare corespunzătoare unui singur conductor de protecţie pentru stâlpii de întindere; sunt exceptaţi stâlpii de întindere din metal pentru LEA de medie tensiune, la care se consideră rupt un singur conductor, indiferent de numărul de circuite; Încărcările, *F*, se aplică, astfel încât să se realizeze cel mai mare moment de încovoiere sau de torsiune, cu menţiunea că se consideră rupte conductoarele din aceeaşi deschidere.
- încărcările rezultate din presiunea vântului în regim de avarie (art. 23, punctul g) acţionând orizontal, în lungul liniei sau perpendicular pe direcţia bisectoarei unghiului liniei asupra stâlpului, izolatoarelor şi conductoarelor pe deschiderea la încărcări din vânt;

- încărcările verticale rezultate din masa cu chiciură a stâlpului, izolatoarelor şi conductoarelor pentru deschiderea la încărcări verticale (art. 23, punctul f).
- proiecţiile pe bisectoarea unghiului liniei a încărcărilor corespunzătoare conductoarelor rupte, plus încărcările din tracţiunile orizontale, în conductoare sau fazele cu conductoare rămase nerupte, acţionând în direcţia bisectoarei unghiului liniei, toate luate în ipoteza din art. 23, punctul g, în regim de avarie.

IX.2.3. Condiţii de montaj

Art. 76. La calculul stâlpilor trebuie să se ţină seama şi de următoarele condiţii de montaj:

a) Pentru stâlpii de susţinere, la ridicarea conductoarelor pe stâlpi, greutatea conductoarelor se consideră dublă.

b) Pentru stâlpii de întindere:

- Indiferent de numărul de circuite pe stâlp, într-un panou se consideră montat numai un circuit, iar conductoarele de protecţie nu sunt montate;
- Indiferent de numărul conductoarelor de protecţie, într-un panou se consideră montate cel mult două conductoare de protecţie, iar conductoarele active nu sunt montate.

c) Pentru toţi stâlpii se vor considera următoarele încărcări normate suplimentare provenite din greutatea montorului şi a dispozitivului de montaj:

- pentru LEA cu $U_n < 110$ kV $\Rightarrow$ 100 daN;
- pentru LEA cu $U_n = 110$ kV şi 220 kV $\Rightarrow$ 200 daN;
- pentru LEA cu $U_n = 400$ kV $\Rightarrow$ 250 daN.

Observaţii:

1. Elementele orizontale şi oblice ale stâlpilor metalici cu zăbrele, cu o înclinare faţă de orizontală sub 30°, situate pe feţele stâlpilor, trebuie verificate pentru o forţă de 100 daN, rezultată din greutatea montorului.

2. Ipotezele din subcap. IX.2.3. se iau în considerare la proiectarea stâlpilor şi trebuie avute în vedere la montajul conductoarelor. În cazuri speciale, la montaj, se admite ancorarea în conformitate cu fişele de tehnologie de montaj. Scările şi buloanele de scară trebuie dimensionate la o încărcare concentrată de 1,5 kN ce acţionează vertical într-o poziţie static defavorabilă.

3. Verificarea stâlpilor în condiţii de montaj se face în ipoteza din art. 23, punctul e. Încărcările rezultate din operaţiile de montaj se determină în conformitate cu tehnologiile de montaj adoptate.

Pentru încărcările de calcul de montaj se aplică un coeficient parţial de siguranţă de 1,1.

IX.2.4. Gruparea ipotezelor de calcul

Art. 77. Ipotezele de calcul prezentate mai sus se aplică diferitelor tipuri de stâlpi, conform tabelului 17, ţinându-se seama de următoarele precizări:

a) La fiecare tip funcţional de stâlp, se aplică pe rând toate ipotezele în mod independent;

b) Încărcările corespunzătoare punctelor a, b, c şi d ale fiecărei ipoteze se aplică simultan;

c) Încărcările de la punctele c şi d şi referirile la bisectoarele unghiurilor liniilor se aplică numai la stâlpii de colţ.

Tabelul 17. Ipoteze de calcul ale diferitelor tipuri funcţionale de stâlpi.

Nr. crt.	Tipul funcţional al stâlpului		Gruparea de încărcări	
			Fundamentală (Regim normal)	Specială (Regim de avarie)
			Ipoteza de calcul	
1.	Susţinere	Echipat cu izolatoare suport	N.1., N.2., N.3., N.4., N.5. 1), N.6. 1), N.7.	2)
		Echipat cu izolatoare de suspensie (lanţuri de izolatoare)	N.1., N.2., N.3., N.4., N.5. 1), N.6. 1).	A.1., A.2.
2.	Întindere		N.1., N.2., N.3., N.4., N.8.	A.1., A.2.
3.	Terminal 3)		N.9., N.10., N.11., N.12.	A.1., A.2.
4.	De intervenţie (orice tip funcţional)		N.1., N.2.	-

Notă:

1) Ipotezele N.5. şi N.6. se aplică stâlpilor pentru LEA (110 ÷ 400) kV şi stâlpilor metalici utilizaţi la marile traversări, indiferent de tensiunea LEA.

2) Stâlpii de susţinere echipaţi cu izolatoare suport nu se verifică în regim de avarie. La aceşti stâlpi, încărcarea care se transmite stâlpului la ruperea conductorului nu trebuie să depăşească 65% din încărcarea la vârf, echivalată momentului de rupere al stâlpului, rezultat din dimensionare, conform ipotezei N.7.

3) La stâlpii terminali cu mai multe circuite, verificările se fac şi în condiţiile montării numai a circuitelor de pe o singură parte a stâlpului.

Art. 78. Încărcările, F, care se aplică potrivit ipotezelor A, se determină conform art. 19 şi tabelului 6.

X. STÂLPI METALICI

Art. 79. Stâlpii metalici sunt construcţii ancorate sau neancorate cu zăbrele (din corniere sau ţeavă) sau tubulare (cu secţiune circulară sau poligonală). Îmbinarea elementelor se face de preferinţă prin buloane pentru a asigura protecţia anticorozivă prin zincare la cald. Se pot folosi şi construcţii sudate care vor fi protejate anticoroziv prin vopsire.

Art. 80. Pentru proiectarea stâlpilor metalici se iau în considerare încărcările de calcul, determinate conform cap. V şi ipotezele de încărcare precizate la capitolul IX, cu luarea în considerare a unor deschideri la încărcări din vânt, a_v, şi la încărcări verticale, a_g, corespunzătoare domeniului de utilizare a stâlpilor respectivi.

Art. 81. Calculul, dimensionarea, alcătuirea constructivă şi alegerea materialului şi valorile rezistenţelor de calcul pentru stâlpii cu zăbrele vor fi în conformitate cu prevederile "*Metodologiei pentru dimensionarea stâlpilor metalici ai liniilor electrice aeriene – PE 105".*

Problemele speciale legate de montaj şi exploatare, balizare, antifurt, protecţii speciale, trepte de scară, platforme de montaj etc. vor fi în conformitate cu prevederile şi normativele specifice în vigoare, inclusiv cele privind protecţia muncii.

Art. 82. Calculul stâlpilor portal ancoraţi şi tubulari (cu secţiune circulară sau poligonală) se face cu luarea în considerare a efectelor de ordinul 2 şi se efectuează cu ajutorul calculatoarelor sau manual.

Calculul manual este permis pentru stâlpii la care distanţa între fundaţie şi consola inferioară este mai mică sau egală cu 40 m.

Art. 83. Alegerea materialului şi valorile rezistenţelor de calcul pentru stâlpii tubulari (cu secţiune circulară sau poligonală) vor fi în conformitate cu prevederile *Metodologiei pentru dimensionarea stâlpilor metalici ai liniilor electrice aeriene – PE 105.*

Grosimea minim admisă pentru materialele stâlpilor este de 3,5 mm.

Art. 84. Deplasările la vârf limită admise ale stâlpilor tubulari (cu secţiune circulară sau poligonală) prin aplicarea încărcărilor normate sunt:

- 4% din lungimea stâlpului, în cazul stâlpilor de susţinere şi susţinere în colţ,
- 2,5% din lungimea stâlpului, în cazul stâlpilor de întindere, ancoraţi şi terminali.

La stâlpii metalici cu zăbrele, deplasările la vârf nu se normează.

Art. 85. Secţiunile orizontale ale stâlpilor tubulari (cu secţiune circulară sau poligonală), afectate de console, coronament sau ancore, vor fi verificate static şi întărite corespunzător.

Joncţiunile prin petrecere trebuie să aibă lungimea petrecerilor de cel puţin 1,5 x diametrul median cel mai de jos dintre cele două petreceri.

Art. 86. Ferestrele stâlpilor tubulari (cu secţiune circulară sau poligonală) practicate în scop tehnologic se vor proteja corespunzător împotriva pătrunderii apei.

Art. 87. Casetele stâlpilor metalici cu zăbrele se vor proteja împotriva depunerilor de impurităţi / sol şi menţinerii apelor infiltrate.

XI. STÂLPI DE BETON

Art. 88. La alegerea betonului ca material de construcţie a stâlpilor liniilor aeriene de energie electrică se vor avea în vedere atât considerente tehnice şi economice cât şi impactul asupra factorilor de mediu, inclusiv pe termen mediu şi lung.

La construcţia LEA se utilizează stâlpi din beton armat turnat, beton armat centrifugat şi beton armat precomprimat. Calculul de rezistenţă al acestora se face prin metoda stărilor limită. Calculul se recomandă să se efectueze după SR EN 1992-1-1:2004/NB:2008, SR EN 1992-1-1:2004/AC:2012, SR 2970:2005. Se vor avea în vedere condiţiile specifice de calcul şi alcătuire, de transport, de montaj şi de exploatare ale acestor tipuri de stâlpi.

Art. 89. Încărcările normate ale stâlpilor şi ipotezele de încărcare sunt cele stabilite în cap. V al prezentului normativ.

Art. 90. Coeficienţii parţiali de siguranţă, consideraţi în calculul la starea limită şi aplicaţi încărcărilor normate menţionate în art. 89 sunt cei din tabelul 7.

Art. 91. Elementele metalice care fac parte din ansamblul stâlpilor de beton se calculează, prin metoda la stări limită, conform prescripţiei PE 105.

Art. 92. Oţelul-beton pentru armarea longitudinală a stâlpilor şi a elementelor accesorii din beton trebuie să aibă cel puţin caracteristicile indicate în STAS 438/1-89, STAS 438/2-91, SR 438-3:2012 pentru tipurile PC 60 sau PC 52.

Diametrul barelor considerate în calculul de rezistenţă este de minimum 8 mm.

Utilizarea altor tipuri de armături se reglementează prin instrucţiuni speciale.

Art. 93. Armăturile pretensionate pentru elementele din beton precomprimat se realizează din sârme amprentate cu diametrul minim de 5 mm sau din toroane cu diametrul sârmelor de minimum 3 mm, având cel puţin caracteristicile indicate în STAS 6482/4-80, în funcţie de solicitările elementului şi procedeul de precomprimare folosit.

În cazul armării mixte, se ţine seama, în ceea ce priveşte armăturile nepretensionate, de prevederile art. 92.

Art. 94. Armăturile transversale ale elementelor (frete, etrieri etc.) se realizează, după caz, din Ol 34, Ol 37 etc. Din aceleaşi oţeluri se pot executa şi armăturile principale ale elementelor secundare (vârfare, console etc.), în care caz se poate utiliza şi oţelul PC 52.

Art. 95. Numărul minim de bare pentru armarea longitudinală va fi:

- şase bare pentru elementele cu secţiunea circulară (cinci bare pentru ϕ_{ext} ′ 15 cm);
- patru bare, pentru elementele cu secţiunea de calcul rectangulară sau pătrată, alveolată.

Art. 96. Marca betonului pentru stâlpii şi elementele accesorii va fi B 400 (clasa Bc 35).

Pentru elementele accesorii (console, vârfare) se admit şi mărci mai reduse, dar nu mai mici decât B 250 (clasa Bc 20).

Utilizarea altor mărci (clase) se permite pe baza unor justificări tehnico-economice, ţinându-se seama că execuţia stâlpilor şi a accesoriilor este permisă numai în fabrici sau ateliere centrale de prefabricate.

Utilizarea unor mărci (clase) diferite se poate face numai pe bază de proiect de execuţie avizat de beneficiar.

Art. 97. Pentru acoperirea cu beton a armăturilor stâlpilor LEA, situaţi în medii cu agresivitate slabă sau medie se recomandă prevederile din SR 2970:2005.

Art. 98. Partea subterană a stâlpilor din beton precomprimat, plantaţi direct în pământ, se recomandă a fi protejată prin una din metodele de protecţie arătate în art. 97, în medii cu agresivitate slabă sau medie, în care este posibilă ridicarea frecventă a pânzei freatice deasupra bazei stâlpilor.

Protejarea cu fundaţie devine obligatorie în cazul prezenţei agresivităţii sulfatice sau de altă natură a apei subterane.

Art. 99. Stâlpii şi accesoriile din beton (vârfare, console) se prevăd în mod obligatoriu cu dispozitive de legare la pământ a tuturor părţilor metalice, inclusiv a armăturilor de fixare a izolatoarelor, luându-se măsuri pentru asigurarea continuităţii electrice în lungul stâlpului.

Se recomandă folosirea unei bare independente $\phi 8$, înglobată în beton de la turnare şi prevăzută cu prize filetate.

Art. 100. Săgeata stâlpilor din beton nu se normează.

La stâlpii de susţinere având o lungime de peste 20 m se ţine seama, prin instrucţiunile utilizate şi de eforturile suplimentare datorate săgeţii elastice sub încărcările de exploatare, după caz.

Art. 101. Stâlpii destinaţi producerii industriale se verifică, de regulă, prin probe mecanice efectuate asupra tipurilor reprezentative ale seriei şi, după caz, şi electrice, în vederea omologării produselor.

Tipurile de stâlpi, la care probele respective nu se consideră necesare, se precizează prin proiect.

Caietul de sarcini privind încercările se întocmeşte de către proiectant.

Art. 102. Rezistenţa la fisurare a secţiunilor dimensionate constructiv nu se normează (de exemplu: fisurarea stâlpilor de susţinere din beton vibrat, la solicitări accidentale în lungul LEA).

De asemenea, nu se normează rezistenţa la fisurare a stâlpilor de orice tip, la solicitări de avarie.

Art. 103. Stabilirea sarcinilor de rupere a cablului de ancoră se face pe baza normativului PE 105, având în vedere un coeficient de siguranţă cu valoarea de 2,5 în regim normal de funcţionare, respectiv 2,0 în regim de avarie.

XII. STÂLPI DE LEMN

Art. 104. La liniile electrice aeriene de medie tensiune se pot utiliza stâlpi de lemn din:

- conifere (molid, brad, pin şi larice) sau
- foioase tari (stejar, gorun, garniţă şi salcâm).

Art. 105. Lemnul utilizat la executarea stâlpilor pentru liniile electrice aeriene de medie tensiune, se va impregna în instalaţii industriale de specialitate.

Art. 106. Stâlpii de lemn se calculează pe baza metodei rezistenţelor admisibile, luându-se în considerare încărcările normate, determinate în conformitate cu subcap. V.2. şi a ipotezelor de încărcare precizate în cap. IX:

- ipotezele normale N.1. şi N.2. şi
- ipoteza de avarie A.1. (numai pentru stâlpii de întindere şi terminali).

Art. 107. Calculul, dimensionarea constructivă, alegerea materialului şi a valorilor rezistenţelor admisibile se fac în conformitate cu prevederile prescripţiilor energetice specifice ale operatorilor de distribuţie.

Art. 108. Stabilirea sarcinilor de rupere a cablului de ancoră se face conform prevederilor din art. 103.

XIII. FUNDAŢII

Art. 109. Proiectarea fundaţiilor stâlpilor metalici se face pe baza încărcărilor de calcul determinate conform cap. V şi a ipotezelor de încărcare precizate în cap. IX, cu luarea în considerare a unor deschideri la încărcări de vânt, a_v, şi la încărcări verticale, a_g, corespunzătoare domeniului de utilizare al fundaţiilor respective (combinaţiile dintre a_v şi a_g din domeniul considerat care dau eforturile maxime de compresiune, respectiv de smulgere).

Art. 110. Calculul, dimensionarea şi alcătuirea constructivă se fac în conformitate cu *"Metodologia de calcul a fundaţiilor liniilor electrice aeriene peste 1000 V"* – PE 152 şi cu prevederile normativelor şi standardelor în vigoare.

Art. 111. Armăturile din fundaţiile de beton armat ale stâlpilor LEA vor fi conectate electric (sudate) unele de altele, pentru utilizarea fundaţiilor şi ca prize naturale ale stâlpilor.

Art. 112. Stâlpii de lemn se plantează în pământ prin fundaţii burate.

Calculul, dimensionarea şi alcătuirea constructivă a fundaţiilor burate pentru stâlpii de lemn se fac în conformitate cu prevederile prescripţiilor energetice specifice ale operatorilor de distribuţie.

XIV. MĂSURI DE SIGURANŢĂ ŞI DE PROTECŢIE

Art. 113. Prin măsuri de protecţie se înţeleg, în sensul prezentului normativ, toate măsurile care se iau la linia aeriană de energie electrică pentru funcţionarea, atât în regim normal, cât şi în regim de avarie, în condiţiile impuse de prezentul normativ.

La proiectarea şi construirea LEA componente ale reţelei electrice de transport, reţea de interes naţional şi strategic, se vor prevedea cerinţe specifice pentru asigurarea securităţii şi protecţiei fizice a LEA. Aceste cerinţe vor fi adaptate condiţiilor concrete de amplasare a LEA şi se vor fundamenta, în cadrul proiectului de către proiectant, pe baza unei analize de risc.

Art. 114. Prin măsuri de siguranţă se înţeleg, în sensul prezentului normativ, toate măsurile care se iau atât la linia aeriană de energie electrică, cât şi la elementele învecinate, pentru protejarea, pe de o parte, a liniei împotriva factorilor perturbatori (acţiunea agenţilor chimici, căderi de copaci, alunecări de teren, schimbări de cursuri de apă etc.), iar pe de altă parte protejarea instalaţiilor, construcţiilor etc., situate în vecinătatea liniei, precum şi a oamenilor şi animalelor care pot veni în contact cu părţile puse în mod accidental sub tensiune.

Art. 115. Prin protecţie mărită se înţelege adoptarea unor măsuri suplimentare de protecţie la linia aeriană, în vederea creşterii gradului de siguranţă mecanică în funcţionare, în porţiunile speciale de traseu, după cum rezultă din tabelul 18.

De la caz la caz, în afara acestor măsuri, se vor lua şi măsuri de siguranţă suplimentară, constând fie din dublarea lanţului de izolatoare (respectiv a legăturilor izolatoarelor suport), fie din mărirea nivelului de izolaţie, conform tabelului 19.

Art. 116. Prin nivel de izolaţie mărit se înţelege creşterea nivelului de izolaţie al liniei faţă de nivelul normal de izolaţie. Creşterea nivelului de izolaţie se poate realiza, fie prin utilizarea de izolatoare cu caracteristici electrice superioare, fie prin utilizarea de izolatoare cu aceleaşi caracteristici electrice şi prin mărirea numărului acestora pe ramură, conform tabelului 19.

Art. 117. În cazuri deosebite (pentru evitarea unor intervenţii costisitoare şi dificil de realizat în exploatare), se pot aplica simultan măsurile din art. 115 (protecţie mărită) şi art. 116 (nivel de izolaţie mărit).

Art. 118. Liniile aeriene de energie electrică se protejează împotriva loviturilor de trăsnet şi a supratensiunilor atmosferice, conform prevederilor normativului NTE 001/03/00.

Art. 119. Unghiul de protecţie asigurat pentru conductoarele active extreme se stabileşte în conformitate cu normativul NTE 001/03/00. Unghiul de protecţie se măsoară la stâlp.

Art. 120. Conductoarele de protecţie se leagă la pământ la fiecare stâlp.

Art. 121. Pentru protecţia liniei împotriva supratensiunilor atmosferice şi pentru protecţia oamenilor împotriva tensiunilor de atingere şi de pas, care apar în cazul scurtcircuitelor cu pământul, stâlpii LEA se leagă la pământ respectând cel puţin prevederile din SR EN 61140:2002 şi ”Normativ privind proiectarea, execuția și exploatarea instalațiilor electrice aferente clădirilor, Indicativ I7/2011”.

Art. 122. Armăturile fundaţiilor de beton armat ale stâlpilor LEA şi ale părţii subterane a stâlpilor din beton armat, în cazul fundaţiilor burate, se consideră ca prize naturale de pământ, cu condiţia ca armăturile să fie conectate electric (sudate) unele de altele şi să fie legate electric la conductorul de protecţie, (în cazul când LEA este prevăzută cu conductor de protecţie) sau la stâlpul metalic sau armătura stâlpului de beton.

Art. 123. Stâlpii LEA fără aparataj din zone de circulaţie redusă vor respecta numai condiţiile de protecţie împotriva supratensiunilor atmosferice (conform NTE 001/03/00).

Art. 124. Stâlpii vor fi prevăzuţi cu prize artificiale de pământ, în cazul în care priza naturală de pământ nu satisface condiţia de rezistenţă de dispersie impusă.

Art. 125. Toţi stâlpii LEA din zonele cu circulaţie frecventă, precum şi stâlpii cu aparataj din zonele cu circulaţie redusă vor fi prevăzuţi cu prize artificiale de pământ pentru dirijarea distribuţiei potenţialelor.

Notă:

Prin priză de pământ pentru dirijarea distribuţiei potenţialelor se înţelege priza artificială de pământ suplimentară, destinată micşorării valorilor tensiunilor de atingere, U_a, şi de pas, U_{pas}, având cel puţin un electrod orizontal sub formă de contur închis în jurul stâlpului. Această priză contribuie şi la micşorarea rezistenţei de dispersie a prizei de pământ rezultante (priza naturală + priza artificială).

Valorile maxime ale tensiunilor de atingere, U_a, şi de pas, U_{pas}, vor fi conform tabelului 20

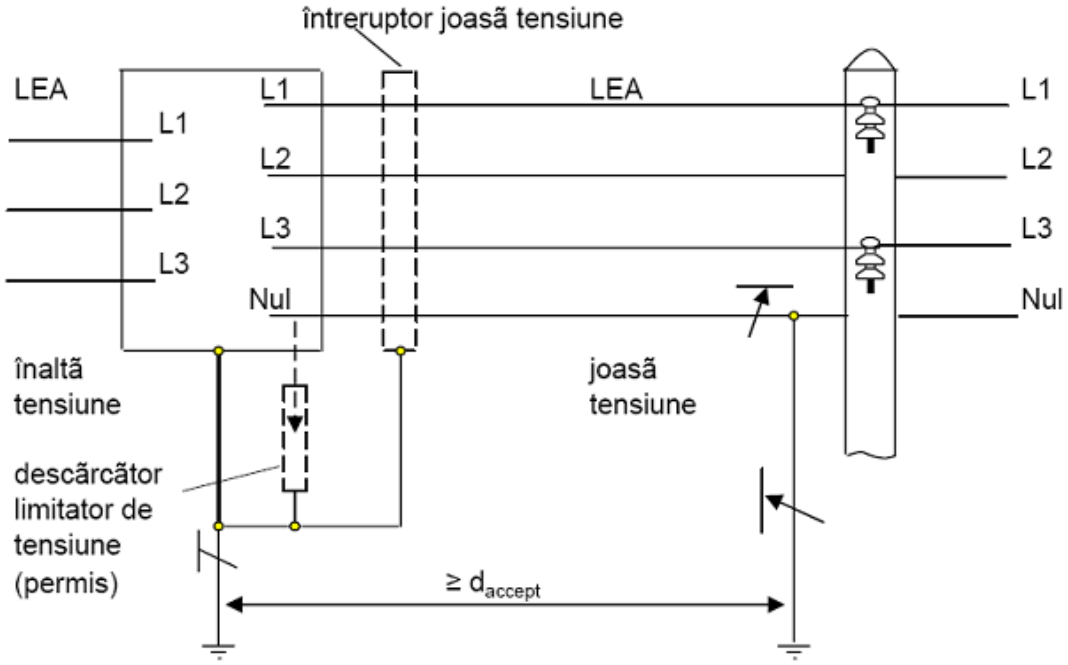
Tensiunile de atingere şi de pas se consideră în condiţiile curenţilor maximi de scurtcircuit cu pământul.

În cazul liniilor cu neutrul izolat sau legat la pământ prin bobină, se consideră curentul maxim calculat de punere simplă la pământ prin priză, dar nu mai puţin de 10 A.

Instalaţiile cu tensiuni peste 1 kV şi sub 1 kV vor fi conectate la pamânt prin sisteme de legare la pământ comune şi separate.

În cazul sistemelor separate de legare la pământ echipamentul operaţional de joasă tensiune din instalaţiile de înaltă tensiune va fi conectat la pământ prin conductoare izolate pentru prevenirea electrocutărilor.

Figura 8a. Sisteme de legare la pământ separate; linia de joasă tensiune conectată aerian. $d_{accept} \geq 20$ m



Art. 126. La execuţia liniilor, verificarea valorilor rezistenţelor de dispersie ale prizelor de pământ, naturale şi artificiale se face prin măsurători. Se recomandă ca măsurătorile să se efectueze după SR EN 61140:2002 şi ”Normativ privind proiectarea, execuția și exploatarea instalațiilor electrice aferente clădirilor, Indicativ I7/2011”.

Art. 127. Elementele componente ale LEA trebuie verificate la efectele termice ale curenţilor de scurtcircuit. Calculul de verificare a stabilităţii termice la scurtcircuit se face în condiţiile cuprinse în PE 103 şi respectând prevederile din SR EN 61140:2002 şi ”Normativ privind proiectarea, execuția și exploatarea instalațiilor electrice aferente clădirilor, Indicativ I7/2011”.

Elementele LEA care se verifică la stabilitate termică în condiţii de scurtcircuit sunt:

- conductoarele active,
- conductoarele de protecţie,
- lanţurile de izolatoare şi armăturile lor,
- legăturile de la stâlpi la conductoarele de protecţie,
- instalaţiile de legare la pământ ale stâlpilor (atât legătura la priză, cât şi priza propriu-zisă),
- elementele metalice ale stâlpilor de beton care constituie calea de trecere a curenţilor de scurtcircuit.

Art. 128. Conductoarele active şi de protecţie ale LEA trebuie protejate împotriva vibraţiilor prin montarea de dispozitive antivibratoare, în următoarele cazuri:

a) în cazul trecerii LEA prin zone plane deschise, cu deschideri peste 120 m, dacă tracţiunea în conductoare, în ipoteza de încărcare conform art. 23, punctul b, depăşeşte 18% din rezistenţa de rupere şi se încadrează în domeniul delimitat de curbele din figura 7;

b) în cazul traversării râurilor mari, cu lungimea peste 100 km, indiferent de tracţiunea în conductoare;

c) în cazul folosirii conductoarelor de protecţie cu fibră optică înglobată (tip OPGW);

d) în cazul în care experienţa de exploatare impune acest lucru.

Art. 129. Elementele metalice ale LEA trebuie protejate împotriva acţiunii agenţilor corozivi, astfel:

- sârmele de oţel din componenţa conductoarelor active, a conductoarelor de protecţie şi a ancorelor, prin zincare la cald (conform art. 30);
- stâlpii, consolele, vârfarele şi orice subansamblu metalic (se realizează numai din oţeluri care nu sunt autoprotectoare) şi prin zincare la cald sau zincare la cald şi vopsire (funcţie de agresivitatea zonei în care aceştia funcţionează. Condiţiile de zincare şi vopsire trebuie să fie cel puţin cele indicate în STAS 10128-86 şi STAS 10702/1-83. În cazul stâlpilor aflaţi în exploatare, indiferent de natura oţelurilor din care au fost construiţi şi de sistemul iniţial de protecţie anticorozivă, refacerea protecţiei anticorozive se face prin vopsire sau zincare la rece.
- clemele şi armăturile din fontă sau oţel din componenţa lanţurilor de izolatoare şi legăturile conductoarelor de protecţie, prin zincare la cald.

La protejarea elementelor componente ale LEA împotriva acţiunii agenţilor corozivi se recomandă prevederile următoarelor standarde: STAS 10128-86, STAS 10166/1-77 și STAS 10702/1-83.

Art. 130. În zonele de traversare sau de apropiere a LEA faţă de cursurile de apă, se vor lua măsuri privind amenajările hidrotehnice de protejare a fundaţiilor care să ofere gradul de siguranţă necesar.La stabilirea acestor măsuri se recomandă prevederile din STAS 4068/1-82, STAS 4068/2-87 şi STAS 4273-83.

Art. 131.

a) Toţi stâlpii LEA cu tensiuni peste 1 kV trebuie să fie prevăzuţi cu plăcuţe indicatoare de identificare şi indicatoare de securitate (cu excepţia stâlpilor de beton ai LEA de medie tensiune care pot fi inscripţionaţi cu vopsea).

Pe plăcuţele indicatoare de identificare se precizează şi lăţimea culoarului de trecere.

Prevederea privind lăţimea culoarului de trecere se face la lucrările noi prin proiectul existent, iar la liniile existente cu ocazia lucrărilor de mentenanţă majoră.

La stabilirea formei şi dimensiunilor acestor plăcuţe se recomandă prevederile din ISO 3864-1:2011, SR ISO 3864-2:2009, ISO 3864-3:2011, ISO 3864-4:2011 şi PE 127.

Plăcuţele indicatoare de identificare se montează câte o bucată pe fiecare stâlp, pe acea faţă a stâlpului care este perpendiculară pe aliniament, orientată astfel încât să fie vizibilă la parcurgerea LEA în sensul creşterii numărului de ordine al stâlpilor.

Plăcuţele indicatoare de securitate se montează cel puţin câte două bucăţi pe fiecare stâlp, pe feţele paralele cu aliniamentul, în conformitate cu PE 127, exceptând stâlpii de beton sau lemn monopicior la care se montează o singură plăcuţă. În zonele cu circulație frecventă se va monta câte o plăcuță indicatoare de securitate pe fiecare față a stâlpului LEA (se aplică la LEA cu $U_n \geq 110$ kV).

Pe vârfarele stâlpilor LEA cu tensiuni $U_n \geq 110$ kV se vor monta plăcuţe indicatoare de identificare aeriene cu numărul de ordine al stâlpului LEA. Se va instala câte o bucată la fiecare 2-3 Km traseu LEA, pe acea faţă a stâlpului care este perpendiculară pe aliniament, orientată astfel încât să fie vizibilă la parcurgerea LEA în sensul

creşterii numărului de ordine al stâlpilor. Amplasarea se va face, pe cât posibil, pe stâlpii de colț. Dimensiunile și inscripționarea vor fi stabilite astfel încât să poată fi lizibile de la o distanță de circa 150 m. Amplasarea plăcuţelor indicatoare de identificare aeriene se va face asigurându-se poate distanțele impuse între părțile legate la pământ și cele sub tensiune.

b) Conform Ordinului M.T. nr.735 din 9 iunie 2015, privind *„Reglementări aeronautice civile române privind stabilirea zonelor cu servituţi aeronautice civile şi a condiţiilor de avizare a documentaţiilor tehnice aferente obiectivelor din aceste zone sau din alte zone în care pot constitui obstacole pentru navigaţia aeriană şi/sau pot afecta siguranţa zborului pe teritoriul şi în spaţiul aerian al României RACR-ZSAC, ediţia 1/2015,* liniile electrice aeriene cu înălţimea stâlpilor de peste 25 m şi care traversează drumuri naţionale, autostrăzi, căi ferate sau cursuri principale de apă trebuie semnalizate după cum urmează:

- conductoarele superioare din deschiderea de traversare, prin marcare pentru zi (cu balize);
- stâlpii de traversare, prin marcare pentru zi (vopsire).

Stâlpii de traversare cu înălţimi de 45 m şi mai mari trebuie să fie balizaţi pentru zi (vopsire) şi pentru noapte (lumini).

În cazurile stabilite pe baza unei analize de specialitate, conductorii din deschiderea de traversare trebuie să fie marcaţi pentru zi (cu balize) şi pentru noapte (cu lumini specifice).

Balizele se montează pe conductorul sau conductoarele superiore ale LEA (conductor de protecție sau, în lipsa acestora, pe conductorul de fază).

Balizele vor fi montate pe conductorul sau conductoarele extreme ale LEA din planul superior, și vor fi amplasate astfel încât alternanța acestora să nu conducă la o spațiere mai mică de 50 m între două balize succesive.

Tabelul 18. Măsuri de protecţie mărită a LEA.

<table>
<tr><th rowspan="3">Nr. crt.</th><th rowspan="3">Elementul la care se referă măsura de protecţie mărită</th><th colspan="2">Echiparea LEA</th></tr>
<tr><th>Cu izolatoare suport</th><th>Cu lanţuri de izolatoare</th></tr>
<tr><th colspan="2">Măsuri de protecţie mărită</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Stâlpi</td><td>Stâlpi de întindere</td><td>Stâlpi de susţinere cu cleme cu reţinerea conductorului</td></tr>
<tr><td>2</td><td>Conductoare</td><td colspan="2">- Secţiunea conductorului de minim 35 mm^2 pentru funie Al-Ol, Aliaj de aluminiu-oţel şi Aliaj de aluminiu şi de 50 mm^2 pentru funie de Ol.
- Se interzice înnădirea conductoarelor în deschidere</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Cleme şi armături</td><td>Legături de susţinere cu reţinerea conductorului (legături de siguranţă)</td><td>- Cleme de susţinere cu reţinerea conductorului;
- Armături de protecţie împotriva arcului, la lanţurile de izolatoare ale LEA cu tensiunea nominală $U_n \geq 110$ kV.</td></tr>
<tr><td>4</td><td>Deschideri</td><td colspan="2">Deschiderile reale la încărcări din vânt şi la încărcări verticale nu vor depăşi 90% din cele de dimensionare ale stâlpilor.</td></tr>
<tr><td>5</td><td>Lanţuri de izolatoare</td><td colspan="2">- Lanţurile multiple (susţinere şi întindere) se verifică în regim de avarie, la ruperea unei ramuri;
- Lanţurile simple cu izolatoare capă şi tijă se verifică la capacitatea reziduală în urma spargerii unei pălării izolante (coeficient parţial de siguranţă egal cu 1);
- Izolaţia suport din materiale compozite şi izolaţia compozită din lanţurile de izolatoare simple trebuie încercate bucată cu bucată la 75% din sarcina de rupere garantată la procurare.</td></tr>
</table>

Tabelul 19. Măsuri pentru realizarea creşterii nivelului de izolaţie al LEA.

<table>
<tr><td rowspan="4">Tensiunea nominală (kV)</td><td colspan="6">Tipul izolatoarelor</td></tr>
<tr><td colspan="2">Izolatoare suport</td><td colspan="2">Izolatoare tip capă-tijă</td><td colspan="2">Izolatoare tip tijă</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nivelul de izolaţie</td><td colspan="2">Nivelul de izolaţie</td><td colspan="2">Nivelul de izolaţie</td></tr>
<tr><td>Normal</td><td>Mărit</td><td>Normal</td><td>Mărit</td><td>Normal</td><td>Mărit</td></tr>
<tr><td>6</td><td>6 kV</td><td>10 kV</td><td>-</td><td>-</td><td>6 kV</td><td>10 kV</td></tr>
<tr><td>10</td><td>10 kV</td><td>15...20 kV</td><td>-</td><td>-</td><td>10 kV</td><td>15...20 kV</td></tr>
<tr><td>20</td><td>20 kV</td><td>30...35 kV</td><td colspan="2">Numărul de izolatoare se va alege conform prevederilor capitolului VII.</td><td>20 kV</td><td>30...35 kV</td></tr>
<tr><td>110</td><td>-</td><td>-</td><td rowspan="3">Numărul de izolatoare conform capitolului VII.</td><td>Se va mări numarul de izolatoare cu o bucată.</td><td rowspan="3">Numărul de izolatoare conform capitolului VII.</td><td>Se va adăuga un izolator tip capă-tijă 1)</td></tr>
<tr><td>220</td><td>-</td><td>-</td><td>Se va mări numărul de izolatoare cu două bucăţi.</td><td>Se vor adăuga două izolatoare tip capă-tijă 1)</td></tr>
<tr><td>400</td><td>-</td><td>-</td><td>Se va mări numărul de izolatoare cu trei bucăţi.</td><td>Se vor adăuga trei izolatoare tip capă-tijă 1)</td></tr>
</table>

Notă:

1) Izolatoarele capă-tijă se montează la partea superioară a lanţului de izolatoare.

Măsura de adăugare de izolatoare suplimentare este valabilă numai în cazul izolaţiei clasice (sticlă sau porţelan).

În cazul izolaţiei compozite, mărirea nivelului de izolaţie se realizează prin utilizarea de izolatoare cu nivel de izolaţie mărit cu 25% faţă de cel definit în tabelul 11.

Tabelul 20. Tensiuni maxime admise de atingere, U_a, şi de pas, U_{pas}

Nr. crt.	Tipul instalaţiei electrice	Zona de amplasare	Tipul reţelei	Tensiuni maxime de atingere şi de pas admise pentru timpul de întrerupere la protecţia de bază de:								
				0,2 s	0,3 s	0,4 s	0,5 s	0,6 s	0,7 s	0,8 ÷ 1,2 s	1,2 ÷ 3 s	> 3 s
				(V)								
1.	Stâlpi LEA fără aparataj	a) Circulaţie frecventă din localităţi	I	125	125	125	125	125	125	125	125	125
			T_1	250	250	250	250	250	250	250	250	250
			T_2	1100	795	600	500	500	500	500	250	250
		b) Circulaţie frecventă din afara localităţilor	I, T_1, T_2	Nu se normează								
		c) Circulaţie redusă	I, T_1, T_2	Nu se normează								
		d) Incinte industriale şi agricole, plaje şi terenuri de camping	I, T_1	125	125	125	125	125	125	125	125	125
			T_2	250	250	250	250	250	250	250	125	125
2.	Stâlpi LEA cu aparataj	a) În general, indiferent de zonă	I	125	125	125	125	125	125	125	125	125
			T_1	250	250	250	250	250	250	250	250	250
			T_2	500	500	500	500	500	500	500	250	250
		b) Incinte industriale şi agricole, plaje şi terenuri de camping	I	125	125	125	125	125	125	125	125	125
			T_1, T_2	250	250	250	250	250	250	250	125	125

Notă:

1) Notaţiile din coloana 4, “Tipul reţelei”, au următoarele semnificaţii:

• I – reţea izolată sau compensată cu bobină;

• T1 – reţea legată la pământ cu un sistem de eliminare a defectului (sistem distinct destinat declanşării unui circuit electric în cazul unui defect cu punere la pământ şi cuprinde dispozitive de protecţie şi de întrerupere);

• T2 – reţea legată la pământ cu două sisteme de eliminare a defectului

2) Dacă valoarea tensiunii maxime de atingere nu poate fi obţinută în condiţii economice, se vor realiza prize de pământ pentru dirijarea distribuţiei potenţialelor cu mai multe contururi. Priza se recomandă să se efectueze după SR EN 61140:2002 şi ”Normativ privind proiectarea, execuția și exploatarea instalațiilor electrice aferente clădirilor, Indicativ I7/2011”. La stâlpii respectivi se vor aplica măsuri de creştere a nivelului de izolaţie, conform tabelului 19 sau se vor utiliza izolatoare nestrăpungibile, din porţelan sau compozite.

XV. CULOARE DE TRECERE (DE FUNCŢIONARE), ZONE DE PROTECŢIE ŞI ZONE DE SIGURANŢĂ PENTRU LINII ELECTRICE AERIENE

Art. 132. Dimensiunile culoarelor de trecere (de funcţionare), a zonelor de protecţie şi a zonelor de siguranţă se stabilesc conform prevederilor din acest capitol.

Art. 133. Instituirea de către operatorii de reţea, conform legii, de restricţii şi interdicţii în culoarele de trecere (de funcţionare), în zonele de protecţie şi în zonele de siguranţă ale LEA se face cu respectarea prevederilor prezentului normativ

Art. 134. Pentru o linie electrică aeriană culoarul de trecere (de funcţionare), zona de protecţie şi zona de siguranţă coincid. Dimensiunea culoarului de trecere se calculează în conformitate cu prevederile art. 135.

Art. 135. Dimensiunea (lăţimea) culoarului de trecere, C_T (fig.9), simetrică faţă de axul liniei, se calculează cu relaţia:

$$C_T = L_{LEA} + 2 \cdot (l_{iz} + f_{c.max}) \cdot \sin \alpha_c + 2 \cdot d_s \qquad \text{(XV.1)}$$

unde:

- L_{LEA} - este lăţimea maximă a stâlpilor (distanţa cea mai mare pe orizontală, transversal pe linie), (m);
- l_{iz} - lungimea maximă a unui lanţ de susţinere utilizat pe linie (m);
- $f_{c.max}$ - săgeata maximă a conductorului, calculată în condiţiile de apariţie a vântului maxim, în cea mai mare deschidere existentă pe LEA (m);
- α_c - unghiul maxim de înclinare al planului conductorului activ extrem sub acţiunea presiunii vântului maxim (^{o});.
- d_s - distanţa minimă de siguranţă considerată pe orizontală, faţă de conductorul activ extrem la deviaţia sa maximă (m).

Art. 136. Distanţa minimă de siguranţă, d_s, este de:

- 3 m, în cazul LEA cu tensiunea nominală ≤ 110 kV;
- 4 m, în cazul LEA cu tensiunea nominală de 220 kV;

- 5 m, în cazul LEA cu tensiunea nominală de 400 kV;
- 8 m, în cazul LEA cu tensiunea nominală de 750 kV.

Art. 137. Lăţimile normate ale culoarelor de trecere pentru LEA simplu/dublu circuit sunt următoarele:

- 24 m, pentru LEA cu tensiuni < 110 kV;.
- 37 m, pentru LEA cu tensiuni de 110 kV;
- 55 m, pentru LEA cu tensiuni de 220 kV;
- 75 m, pentru LEA cu tensiuni de 400 kV;
- 81 m, pentru LEA cu tensiuni de 750 kV.

Art. 138. În cazul liniilor electrice aeriene construite prin terenuri silvice, lăţimile culoarelor de trecere pentru LEA simplu/dublu circuit sunt următoarele:

- 32 m, pentru LEA cu tensiunea de 110 kV;
- 44 m, pentru LEA cu tensiunea de 220 kV;
- 54 m, pentru LEA cu tensiunea de 400 kV;
- 81 m, pentru LEA cu tensiunea de 750 kV.

Pentru LEA cu tensiuni < 110 kV se aplică prevederile art. 147 şi 148.

Art. 139.

a. Dimensiunile culoarului de trecere (funcţionare) pot fi mai mari decât cele prevăzute la

art. 137 şi art. 138 în cazurile şi în panourile LEA în care acestea:

- se realizează cu stâlpi echipaţi cu mai mult de două circuite;
- necesită deschideri mari, impuse de configuraţia terenului (traversarea unor elemente naturale etc.);
- au în vecinătate obiective, construcţii, depozite cu materiale explozive, instalaţii etc., pentru care condiţiile de coexistenţă cu acestea impun măsuri speciale sau distanţe de siguranţă mai mari decât cele prevăzute la art. 136.

b. Dimensiunile culoarului de trecere (funcţionare) pot fi reduse, fiind calculate conform formulei (XV.1), numai în cazul în care în care se proiectează şi se execută o LEA nouă. Reducerea dimensiunilor culoarului de trecere va fi justificată pe baza unei analize de risc și trebuie acceptată de toate părțile implicate.

Art. 140. Pentru porţiunile speciale ale LEA care se găsesc în una dintre situaţiile de la art. 139, dimensiunile zonelor de protecţie şi a zonelor de siguranţă se calculează corespunzător dimensiunilor elementelor LEA şi / sau condiţiilor şi distanţelor de siguranţă specifice acestor porţiuni.

Art. 141. În cazul liniilor electrice aeriene construite prin terenuri silvice, distanţa măsurată între conductorul cel mai apropiat de arbori şi coronamentul arborilor (inclusiv o creştere previzibilă pe

o perioadă de 5 ani începând de la data punerii în funcţiune a liniei) nu trebuie să fie mai mică decât:

- 1 m, pentru LEA cu tensiunea de 20 kV
- 4 m, pentru LEA cu tensiunea de 110 kV;
- 5 m, pentru LEA cu tensiunea de 220 kV;
- 6 m, pentru LEA cu tensiunea de 400 kV;
- 9 m, pentru LEA cu tensiunea de 750 kV.

Culoarul de trecere (de funcţionare) prin păduri, în cazul liniilor electrice aeriene nou construite, se defrişează numai în cazurile în care nu sunt îndeplinite condiţiile de mai sus.

Art. 142. În cazul în care, în condiţiile prevăzute la art.141, culoarul de trecere (de funcţionare) nu se defrişează, pentru proprietarul sau administratorul fondului silvic respectiv se instituie ca interdicţie obligaţia să nu schimbe arborii existenţi cu alte specii, al căror regim de creştere să conducă la micşorarea sau anularea distanţelor minime prevăzute la art. 141.

Art. 143. La intersecţia liniilor electrice aeriene nou construite cu autostrăzi, drumuri naţionale şi judeţene sau cu drumuri care deservesc obiective turistice de interes deosebit, precum şi cu căile ferate cu trafic normal, culoarul de trecere (de funcţionare) defrişat prin pădure se întrerupe de o parte şi
de alta a acestora, pe o distanţă de (30÷40) m, măsurată din axul obiectivului traversat, folosindu-se
în acest scop stâlpi de înălţimi corespunzătoare care să permită trecerea conductoarelor pe deasupra arborilor.

Art. 144. La trecerea liniilor electrice aeriene nou construite cu tensiunea de 110 kV şi mai mare prin fâşii înguste de păduri cu lăţimea până la 100 m, nu se defrişează de regulă culoarul de trecere
(de funcţionare) prin pădure, conductoarele liniilor montându-se pe stâlpi înalţi care să asigure
cel puţin distanţele prevăzute la art. 141.

Art. 145. Terenurile care au fost defrişate sau se defrişează pentru crearea culoarului de trecere
(de funcţionare) pot fi plantate cu specii de arbori de înălţimi potrivite sau arbuşti, astfel încât să fie păstrate distanţele minime de la coroana acestora la conductoarele electrice, prevăzute la art.141, precum şi lăţimea culoarului de trecere (de funcţionare) determinată conform art.137, art.138 şi art.140, pe toată durata de exploatare a liniilor electrice.

Art. 146. Operatorii de reţea, singuri sau împreună cu proprietarii de drept sau administratorul fondului silvic, vor efectua - cel puţin o dată pe an - controale pe traseele LEA realizate prin terenuri silvice şi vor identifica arborii uscaţi, slab ancoraţi în teren sau situaţi în terenuri fugitive, predispuşi căderii la vânt, din vecinătatea culoarului de trecere (funcţionare), luându-se măsuri pentru tăierea acestora conform prevederilor legale.

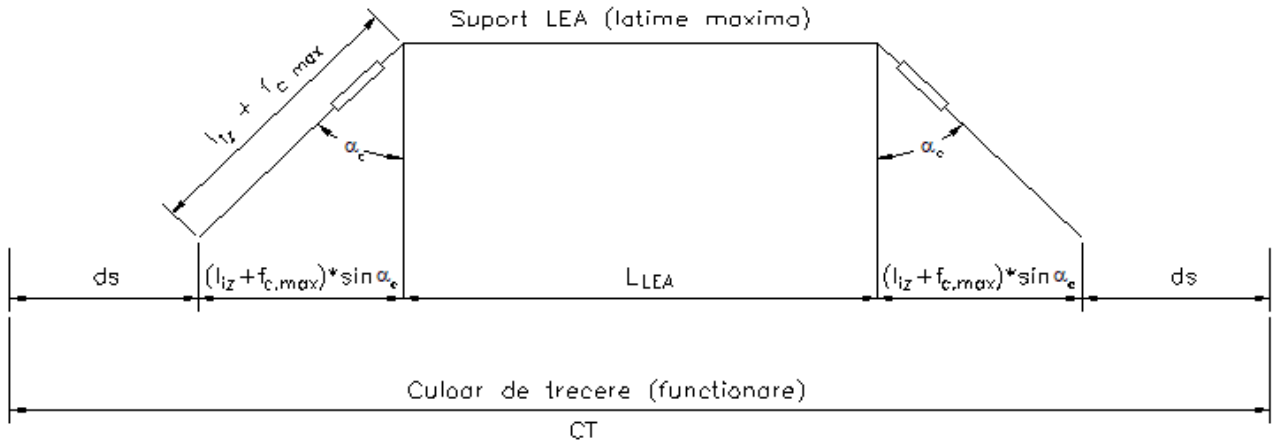
Vegetaţia forestieră din culoarul de trecere (funcţionare) va fi tăiată, dacă înălţimea acesteia, determinată în urma inspecţiei culoarului, nu asigură distanţele prevăzute la art. 141.

Art. 147. Liniile electrice aeriene cu conductoare izolate şi neizolate, cu tensiunea până la 20 kV, amplasate în zonele silvice şi forestiere, se construiesc pe marginea drumurilor, inclusiv a celor forestiere, în culoare amplasate în zonele de protecţie a drumurilor publice, la limita zonei de siguranţă. Se evită defrişările, efectuându-se numai acele lucrări de curăţire şi tăiere a arborilor şi crengilor care asigură funcţionarea liniilor prin păstrarea zonei de siguranţă electrică de 1 m, între conductoarele deviate de vânt şi coroana arborelui.

Art. 148. Liniile electrice aeriene cu conductoare izolate torsadate, cu tensiunea până la 20 kV inclusiv, se construiesc în condiţiile art. 147, suprapuse peste drumurile parcelare deschise existente
în pădure sau direct prin pădure, fără a se defrişa culoare de lucru sau culoare de trecere (funcţionare).

Art. 149. În culoarul de trecere (funcţionare) al LEA, având lăţimea stabilită conform art.137, art.138 şi/sau art.140 este obligatorie respectarea prevederilor prezentului normativ.

Figura 9. Culoar de trecere (funcţionare).



XV.1. Suprafeţe de teren necesare pentru construirea, retehnologizarea şi mentenanţa liniilor electrice aeriene

Art. 150. Pentru construirea, retehnologizarea şi mentenanţa liniilor electrice aeriene este necesară ocuparea definitivă pe durata existenţei liniei a suprafeţelor de teren pentru fundaţiile stâlpilor şi ocuparea temporară pe perioada construirii, retehnologizării sau mentenanţei liniei a suprafeţelor de teren aferente culoarului de lucru, platformelor de lucru şi eventual a drumurilor de acces.

Art. 151. Forma, dimensiunile şi modul de calcul al suprafeţelor de teren ocupate de fundaţiile stâlpilor LEA sunt prezentate în tabelul 21.

Art. 152. Forma, dimensiunile şi modul de calcul al suprafeţelor de teren ocupate de platformele de lucru pentru montarea stâlpilor LEA sunt prezentate în tabelul 22.

Art. 153. Forma, dimensiunile şi modul de calcul al suprafeţelor de teren ocupate de platformele de lucru ale stâlpilor pentru întinderea conductoarelor LEA sunt prezentate în tabelul 23.

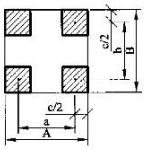
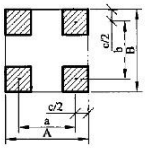
Art. 154. Forma, dimensiunile şi modul de calcul al suprafeţelor de teren ocupate de platformele de lucru ale stâlpilor pentru lucrări de mentenanţă a LEA sunt prezentate în tabelul 24.

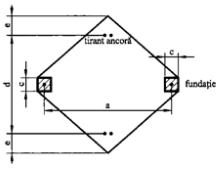
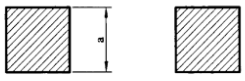
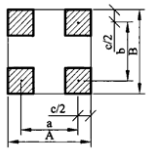
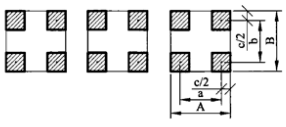
Art. 155. Culoarul de lucru ocupat temporar, definit conform prezentului normativ, are o lăţime
de 4 m.

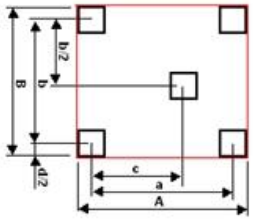
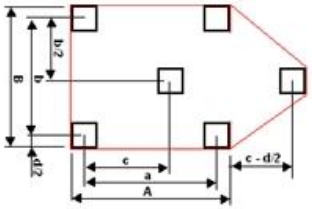
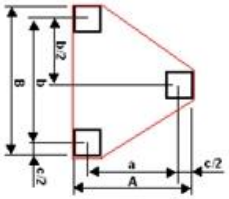
Art. 156. Pentru controlul liniilor electrice aeriene, culoarul de exploatare, definit conform prezentului normativ şi amplasat, de regulă, în zona de protecţie sau în zona de siguranţă a liniei electrice aeriene, are o lăţime de 0,5 m.

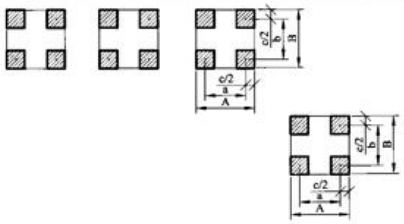
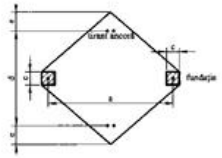
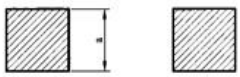
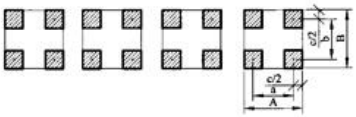
Tabel nr. 21

SUPRAFEŢELE DE TEREN OCUPATE DE FUNDAŢIILE STÂLPILOR

Nr. crt.	Tensiunea liniei	Felul stâlpului	Fundaţia stâlpului	
			Formă şi dimensiuni	Mod de calcul
0	1	2	3	4
1	1 - 110 kV	Beton		d = diametrul fundaţiei stâlpului $Sd = \frac{\pi d^2}{4}$
		Beton		a = latura fundaţiei stâlpului $Sd = a^2$
		Metal "brad"; "Y"		a = lungimea bazei stâlpului b = lăţimea bazei stâlpului c = latura părţii aparente a fundaţiei stâlpului A = a + c B = b + c Sd = A x B
2	220 kV	Metal "brad"; "Y"		a = lungimea bazei stâlpului b = lăţimea bazei stâlpului c = latura părţii aparente a fundaţiei stâlpului A = a + c B = b + c Sd = A x B

0	1	2	3	4
3	400 kV	Metal Portal ancorat		a = lungimea bazei stâlpului c = latura părţii aparente a fundaţiei stâlpului d = distanţa între ancore e = distanţa pe orizontală la nivelul solului între tirant ancoră şi fundaţia ancorei $Sd = (a + c)(\frac{d + c}{2} + e)$
		Metal Portal autoportant		a = latura fundaţiei stâlpului $Sd = 2 \times a^2$
		Metal "Brad"; "Y" RODELTA		a = lungimea bazei stâlpului b = lăţimea bazei stâlpului c = latura părţii aparente a fundaţiei stâlpului A = a + c B = b + c Sd = A x B
		Metal Intindere monofazic		a = lungimea bazei stâlpului b = lăţimea bazei stâlpului c = latura părţii aparente a fundaţiei stâlpului A = a + c B = b + c Sd = 3 (A x B)

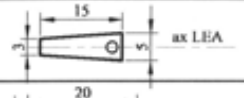
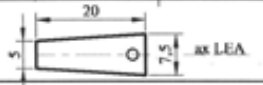
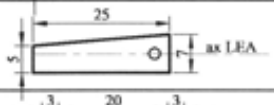
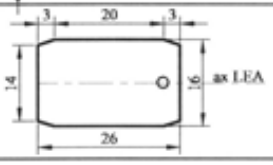
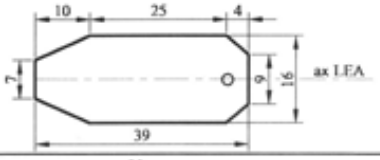
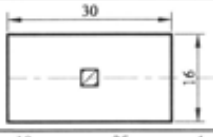
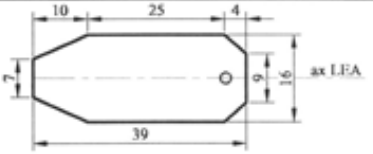
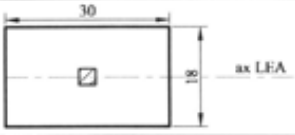
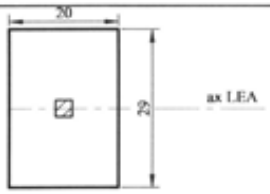
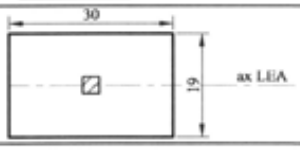
0	1	2	3	4
3	400 kV	Metal PIN; PIT		a – distanţa dintre picioarele perpendiculare pe LEA b – distanţa dintre picioare în lungul LEA c – distanţa între picior şi proptea d – latura părţii aparente a fundaţiei stâlpului A = a + d [m] B = b + d [m] S_d = A*B [m^2]
		Metal PIC		a – distanţa dintre picioarele perpendiculare pe LEA b – distanţa dintre picioare în lungul LEA c – distanţa între picior şi proptea d – latura părţii aparente a fundaţiei stâlpului A = a + d [m] B = b + d [m] S_d = (B/2)*(2A+c) [m^2]
		Metal IR		a – distanţa între picior şi proptea b – distanţa dintre picioare în lungul LEA c – latura părţii aparente a fundaţiei stâlpului A = a + c [m] B = b + c [m] S_d = A*B/2 [m^2]

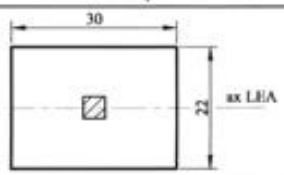
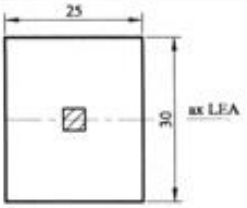
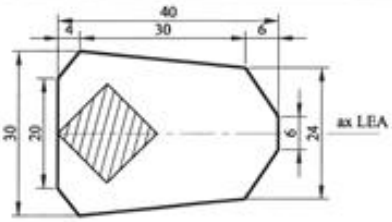
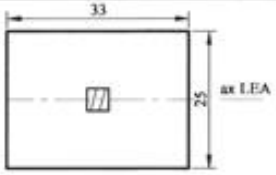
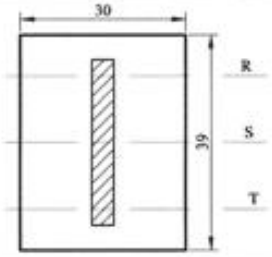
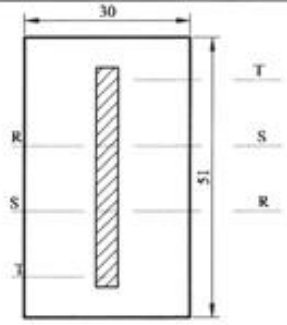
0	1	2	3	4
	400 kV	Metal Monofazic pentru rotire de fază		a = lungimea bazei stâlpului b = lăţimea bazei stâlpului c = latura părţii aparente a fundaţiei stâlpului A = a + c B = b + c Sd = 4 (A x B)
4		Metal Portal ancorat		a = lungimea bazei stâlpului c = latura părţii aparente a fundaţiei stâlpului d = distanţa între ancore e = distanţa pe orizontală la nivelul solului între tirant ancoră şi fundaţia ancorei Sd = (a + c) ($\frac{d+c}{2}$ + e)
	750 kV	Metal Autoportant		a = latura fundaţiei stâlpului Sd = 2 x a_2
		Metal Intindere		a = lungimea bazei stâlpului b = lăţimea bazei stâlpului c = latura părţii aparente a fundaţiei stâlpului A = a + c B = b + c Sd = 4 (A x B)

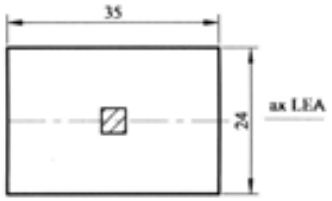
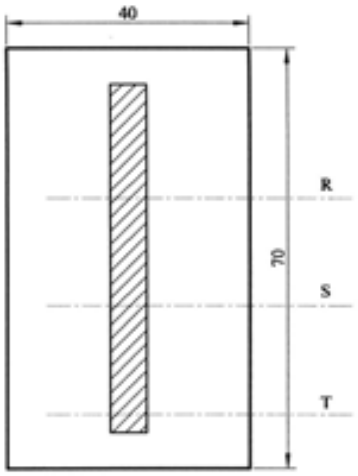
NOTĂ : Pentru tipuri speciale de stâlpi, suprafeţele de teren vor fi determinate prin asimilare

Tabel nr. 22

SUPRAFEȚELE DE TEREN OCUPATE DE PLATFORMELE DE MONTAJ ALE STÂLPILOR

Nr. crt.	Tensiunea liniei kV	Nr. de circuite	Felul stâlpului	Platforma de montaj a unui stâlp	
				Forma și dimensiuni	Suprafața medie (Sm)* mp
0	1	2	3	4	5
1	Sub 6 kV	1	Beton		60
2	6 - 20 kV	1	Beton		125
		2	Beton		150
3	110 kV	1	Beton		410
		1	Metal		565
		1	Metal		480
		2	Beton		565
		2	Metal		540
		4	Metal		580
4	220 kV	1	Metal		570

0	1	2	3	4	5
	220 kV	2	Metal		660
5	110kV+220 kV	2 +2	Metal		750
6	400 kV	1	Metal (portal)		1000
		1	Metal (RODELTA)		825
		1	Metal (monofazic)		1170
		1	Metal (rotiri faze)		1530

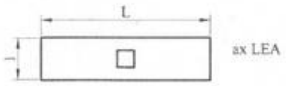
0	1	2	3	4	5
	400 kV	2	Metal		840
7	750 kV	1	Metal		2800

NOTĂ:

- *Poziția stâlpului în interiorul platformei de montaj va fi dictată de condițiile locale*
- *Conturul platformei de montaj poate fi dictat de condițiile locale*
- *Suprafețele de teren se calculează scăzând din suprafața medie, suprafața ocupată de fundația stâlpului (Sm- Sd)*
- *Pentru tipuri speciale de stâlpi, suprafețele de teren vor fi determinate prin asimilare*

Tabel nr. 23

SUPRAFEȚELE DE TEREN OCUPATE DE PLATFORMELE STÂLPILOR PENTRU ÎNTINDEREA CONDUCTOARELOR

Nr. crt.	Tensiunea liniei	Forma platformei	Dimensiuni		Suprafața medie* Sm (mp)
			Lungime L (m)	Lățime l (m)	
0	1	2	3	4	5
1	≤ 20 kV		20	5	100
2	110 kV		50	15	750
3	220 kV		60	20	1200
4	400 kV		60	25	1500
5	750 kV		70	35	2450

NOTĂ

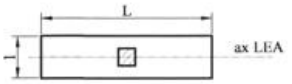
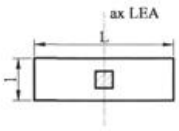
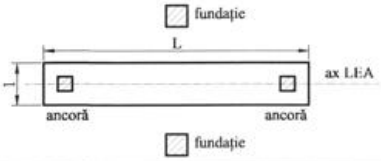
* *Suprafața de teren se calculează scăzând din suprafața medie, suprafața ocupată de fundația stâlpului (Sm - Sd)*

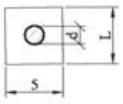
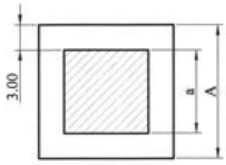
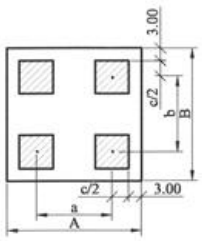
* *Pentru tipuri speciale de stâlpi, suprafețele de teren vor fi determinate prin asimilare*

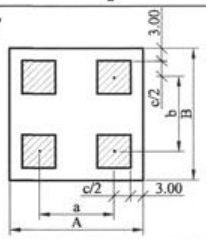
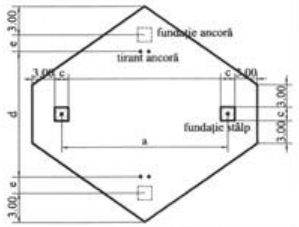
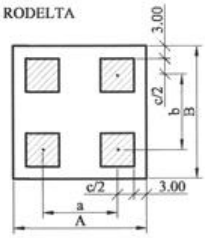
* *Suprafața Sd este definită în tabelul nr. 21*

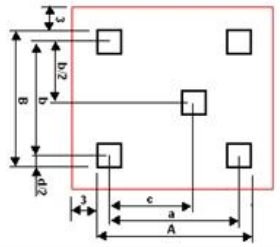
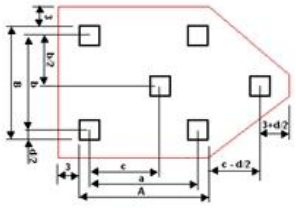
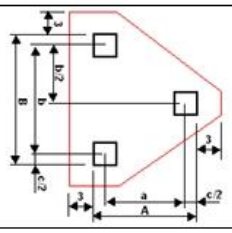
Tabel nr. 24

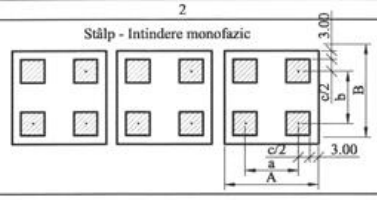
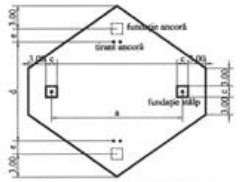
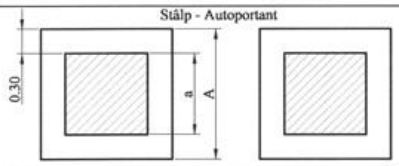
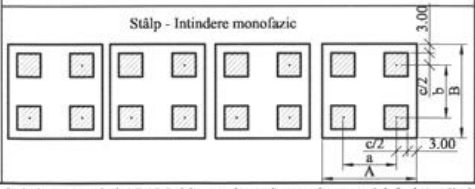
SUPRAFEȚELE DE TEREN OCUPATE DE PLATFORMELE STÂLPILOR PENTRU LUCRĂRI DE MENTENANȚĂ

Nr. crt.	Tensiunea liniei	Forma platformei	Dimensiuni		Suprafața * medie Sm (mp)
			Lungime L (m)	Lățime l (m)	
0	1	2	3	4	5
1.	Platforme la stâlpi capete panou pentru reîntinderea conductoarelor				
1.1	≤ 20 kV		20	5	100
1.2	110 kV		50	15	750
1.3	220 kV		60	20	1200
1.4	400 kV		60	25	1500
1.5	750 kV		70	35	2450
2.	Platforme la stâlpi pentru schimbarea izolației				
2.1	≤ 20 kV		5	5	25
2.2	110 kV		15	5	75
2.3	220 kV		20	5	100
2.4	400 kV		25	5	125
2.5	750 kV		40	5	200
3.	Platforme la stâlpi portal ancorați pentru schimbare ancore				
3.1			30	10	300

0	1	2	3	4	5
Platforme la stâlpi pentru: vopsitorii, reparaţii stâlpi, reparaţii ancore, refaceri prize, reparaţii sisteme ancoraj					
1	⩽ 20 kV	 Stâlp - beton	d = diametrul fundaţiei stâlpului L = latura zonei perimetrale de protecţie a fundaţiei = 5 m		S = 25 mp
2	110 kV	 Stâlp - beton	a = latura fundaţiei stâlpului A = latura zonei perimetrale de protecţie a fundaţiei = a + 2 x 3.00 m		$S = A^2$
3	220 kV	 Stâlpi: "brad"; "Y"	a = lungimea bazei stâlpului b = lăţimea bazei stâlpului c = latura părţii aparente a fundaţiei stâlpului A = lungimea zonei perimetrale de protecţie a fundaţiei stâlpului = a + c + 2 x 3.00 m B = lăţimea zonei perimetrale de protecţie a fundaţiei stâlpului = b + c + 2 x 3.00 m		S = (A x B)

0	1	2	3	4	5
3	220 kV	Stâlpi: "brad"; "Y" 	a = lungimea bazei stâlpului b = lăţimea bazei stâlpului c = latura părţii aparente a fundaţiei stâlpului A = lungimea zonei perimetrale de protecţie a fundaţiei stâlpului = a + c + 2 x 3.00 m B = lăţimea zonei perimetrale de protecţie a fundaţiei stâlpului = b + c + 2 x 3.00 m		S = (A x B)
4	400 kV	Stâlp - Portal ancorat 	a = lungimea bazei stâlpului c = latura părţii aparente a fundaţiei stâlpului d = distanţa între ancore e = distanţa pe orizontală la nivelul solului între tirant ancoră şi şi fundaţia ancorei		$S = (a+c+6)(\frac{d+c}{2}+e+6)$
		Stâlp - "Brad"; "Y"; RODELTA 	a = lungimea bazei stâlpului b = lăţimea bazei stâlpului c = latura părţii aparente a fundaţiei stâlpului A = lungimea zonei perimetrale de protecţie a fundaţiei stâlpului = a + c + 2 x 3.00 m B = lăţimea zonei perimetrale de protecţie a fundaţiei stâlpului = b + c + 2 x 3.00 m		S = (A x B)

0	1	2	3	4
3	400 kV	Metal PIN; PIT		a – distanța dintre picioarele perpendiculare pe LEA b – distanța dintre picioare în lungul LEA c – distanța între picior și proptea d – latura părții aparente a fundației stâlpului A = a + d [m] B = b + d [m] $S_d = (A+6)*(B+6)$ [m^2]
		Metal PIC		a – distanța dintre picioarele perpendiculare pe LEA b – distanța dintre picioare în lungul LEA c – distanța între picior și proptea d – latura părții aparente a fundației stâlpului A = a + d [m] B = b + d [m] $S_d = [(B+6)*(2*A+c+9)]/2$ [m^2]
		Metal IR		a – distanța între picior și proptea b – distanța dintre picioare în lungul LEA c – latura părții aparente a fundației stâlpului A = a + c [m] B = b + c [m] $S_d = [(B+6)*(A+c+9)]/2$ [m^2]

0	1	2	3	4	5
	400 kV	Stâlp - Intindere monofazic 	a = lungimea bazei stâlpului b = lățimea bazei stâlpului c = latura părții aparente a fundației stâlpului A = lungimea zonei perimetrale de protecție a fundației stâlpului = a + c + 2 x 3.00 m B = lățimea zonei perimetrale de protecție a fundației stâlpului = b + c + 2 x 3.00 m		S = 3 (A x B)
5	750 kV	Stâlp - Portal ancorat 	a = lungimea bazei stâlpului c = latura părții aparente a fundației stâlpului d = distanța între ancore e = distanța pe orizontală la nivelul solului între tirant ancoră și și fundația ancorei		$S = (a+c+6)(\frac{d+c}{2}+e+6)$
		Stâlp - Autoportant 	a = latura fundației stâlpului A = latura zonei perimetrale de protecție a fundației = a + 2 + 3.00 m		$S = 2 \times A^2$
		Stâlp - Intindere monofazic 	a = lungimea bazei stâlpului b = lățimea bazei stâlpului c = latura părții aparente a fundației stâlpului A = lungimea zonei perimetrale de protecție a fundației stâlpului = a + c + 2 x 3.00 m B = lățimea zonei perimetrale de protecție a fundației stâlpului = b + c + 2 x 3.00 m		S = 4 (A x B)
NOTĂ: * *Suprafețele de teren se calculează scăzând din suprafața medie, spurafața ocupată de fundația stâlpului (Sm - Sd)* * *Pentru tipuri speciale de stâlpi, suprfețele de teren vor fi determinate prin asimilare*					

XVI. CONDIŢII DE COEXISTENŢĂ A LEA CU ELEMENTE NATURALE, OBIECTIVE (CONSTRUCŢII, INSTALAŢII ETC.) DIN VECINĂTATE

Conditiile de coexistență a LEA echipate cu conductoare neizolate, cu elemente naturale, obiecte, construcții, instalații etc. din vecinătate se tratează în conformitate cu prevederile din subcapitolele XVI.1 … XVI.25.

Amplasarea unor obiective de tipul celor prevăzute în acest capitol la o distanţă mai mică decât distanţa de siguranţă reglementată faţă de o LEA, respectiv amplasarea unor LEA care urmează a se construi la o distanţă mai mică decât distanţa de siguranţă reglementată faţă de obiective de tipul menţionat se poate face pe baza unei analize de risc și cu acordul operatorului de rețea. Cerințele privind studiile de risc sunt cele cuprinse în documentul „Normă tehnică privind delimitarea zonelor de protecţie şi de siguranţă aferente capacităţilor energetice", aprobat prin Ordinul 4/2007 al ANRE, modificat prin Ordinul 49/2007 al ANRE. Riscurile generate de eventuala diminuare a distanțelor de siguranță reglementate și măsurile prevăzute în analiza de risc pentru reducerea riscurilor trebuie asumate de toate părțile implicate. Costul analizei de risc și a lucrărilor pentru reducerea riscurilor și realizarea condițiilor de coexistență sunt în sarcina solicitantului.

Situațiile încadrate în acest capitol în categoria cazuri obligate sau excepționale, se referă numai la construcția unei LEA noi și nu la amplasarea unui obiectiv în zona de siguranță și protecție a unei LEA existente.

Conditiile de coexistență a LEA echipate cu conductoare izolate, cu elemente naturale, obiecte, construcții, instalații etc. din vecinătate se tratează în conformitate cu prevederile din Anexa 23, preluată din ILI-Ip4/17-2012 Îndrumar de proiectare și execuție pentru linii electrice aeriene de medie tensiune cu cabluri torsadate cu sau fără fir purtător.

XVI.1. Traversări şi apropieri faţă de căi ferate

Art. 157. Căile ferate se împart în următoarele categorii, ţinându-se seama de conţinutul normativului:

a) Căi ferate electrificate sau electrificabile, categorie care cuprinde toate căile ferate unde s-a introdus sau urmează să fie introdusă tracţiunea electrică.
b) Căi ferate neelectrificabile cu trafic permanent, categorie care cuprinde toate căile ferate care nu urmează a fi electrificate şi pe care se desfăşoară un trafic regulat, pe baza unui orar prestabilit pe perioade mari de timp.
c) Căi ferate neelectrificabile cu trafic intermitent, categorie care cuprinde toate căile ferate care nu urmează a fi electrificate şi la care traficul, în general, este numai trafic de mărfuri şi care nu se desfăşoară pe baza unui orar prestabilit pe perioade mari de timp (căi ferate uzinale, căi ferate de triaj, căi ferate forestiere etc.)

Art. 158. Traversările cu LEA peste căi ferate, în zona staţiilor căilor ferate, a depourilor de locomotive şi a atelierelor de material rulant, nu se admit decât în cazuri excepţionale şi numai cu acordul organelor competente.

Art. 159. La traversările LEA peste căi ferate, în locurile marcate prin porţi de gabarit, se vor respecta următoarele distanţe minime, măsurate între conductorul LEA, la săgeata sau deviaţia maximă şi poarta de gabarit:

- $1\ kV < U_n \leq 20\ kV \Rightarrow 3{,}00\ m$;
- $20\ kV < U_n \leq 100\ kV \Rightarrow 3{,}00\ m$;
- $U_n = 220\ kV \Rightarrow 4{,}00\ m$;
- $U_n = 400\ kV \Rightarrow 5{,}00\ m$.

Art. 160. Traversările şi apropierile faţă de căi ferate se tratează conform tabelului 25 și se aplică inclusiv căilor ferate destinate trenurilor de viteză sporită și a celor de mare viteză (figurile 10.a şi 10.b).

În sensul Ordinului M.T. nr. 735 din 9 iunie 2015, privind „Reglementări aeronautice civile române privind stabilirea zonelor cu servituţi aeronautice civile şi a condiţiilor de avizare a documentaţiilor tehnice aferente obiectivelor din aceste zone sau din alte zone în care pot constitui obstacole pentru navigaţia aeriană şi/sau pot afecta siguranţa zborului pe teritoriul şi în spaţiul aerian al României RACR-ZSAC, ediţia 1/2015”, LEA cu înălţime peste 25 m care traversează căi ferate vor fi balizate, după cum urmează:

• conductoarele superioare din deschiderea de traversare, cu balizaj de zi;

• stâlpii de traversare, cu balizaj de zi (vopsire), iar când înălţimea lor depăşeşte 45 m şi cu balizaj de noapte.

Tabelul 25. Traversări şi apropieri faţă de căi ferate.

Tipul căii ferate	Traversări										Apropieri [2]	
	Măsuri de siguranţă şi protecţie	Distanţe minime [m]								Distanţa pe orizontală între marginea stâlpului şi cea mai apropiată şină [2] D_1 [m]		
		Condiţii de calcul ale distanţei pe verticală	Simbol	Distanţa pe verticală între conductorul inferior al LEA şi:								
				Cablul purtător al liniei de contact			Ciuperca şinei					
				$U_n \leq$ 110 kV	$U_n =$ 220 kV	$U_n =$ 400 kV	1kV$\leq U_n \leq$ 20 kV	20kV$\leq U_n \leq$ 110kV	$U_n =$ 220 kV	$U_n =$ 400 kV		
Cale ferată electrificată, ~~în curs de electrificare~~	- protecţie mărită, conform art. 115. - lanţuri duble de izolatoare [1], respectiv legături duble în cazul izolatoarelor suport. -unghi de traversare minim, $\alpha = 30^0$	Săgeata maximă	H_1	3,00	4,00	5,00	-	-	-	-	Înălţimea stâlpului deasupra solului plus 3 m. În cazuri obligate, această distanţă poate fi redusă până la 6,00 m dar numai cu acordul operatorului de reţea. În acest caz, la LEA cu U_n<110 kV şi izolatoare suport, stâlpii de traversare vor fi de tip întindere sau terminal.	Distanţe: $D \geq D_a$	Măsuri de siguranţă: -
		Ruperea unui conductor în deschiderea vecină [4]	H_2	1,00	2,00	3,00	-	-	-	-		Distanţe: $D < D_a$ [3]	Măsuri de siguranţă: Deschiderile reale ale stâlpilor la vânt şi la sarcini verticale nu vor depăşi 90% din cele de dimensionare ale stâlpilor.
Cale ferată electrificabilă		Săgeata maximă	H_1	-	-	-	11,50	11,50	12,50	13,50			
		Ruperea unui conductor în deschiderea vecină [4]	H_2	-	-	-	9,50	9,50	10,50	11,50		$d < D_{ma}$	Aceste apropieri se interzic.
Cale ferată nelelectrificabilă cu trafic permanent sau intermitent	- protecţie mărită conform art. 115. - nivel de izolaţie mărit conform tabelului 19 [1] - unghi de traversare minim, $\alpha = 15^0$	Săgeata maximă	H_1	-	-	-	7,50	7,50	8,50	9,50		D - distanţa de la axul LEA la cea mai apropiată şină. D_a - distanţa de apropiere = înălţimea deasupra solului a celui mai înalt stâlp din zona de apropiere, plus 3 m. d - distanţa pe orizontală între conductorul extrem al LEA la deviaţie maximă, în condiţiile art. 23, pct. d şi cea mai apropiată şină. D_{ma} - distanţa minimă de apropiere egală cu: • 7,50 m $\Rightarrow$ 1 kV < $U_n \leq$ 110 kV • 8,50 m $\Rightarrow$ U_n = 220 kV • 9,50 m $\Rightarrow$ U_n = 400 kV
		Ruperea unui conductor în deschiderea vecină [4]	H_2	-	-	-	6,00	6,00	7,00	8,00			

1) Exceptând cazurile în care sunt prevăzute lanţuri multiple, din considerente mecanice.

2) La căile ferate simple, se ţine seama de posibilităţile de dublare.

3) Apropiere permisă numai în cazuri obligate, cu acordul organelor în administrarea cărora se găseşte calea ferată.

4) Nu se referă la LEA cu izolatoare suport.

Figura 10.a. Traversări şi apropieri faţă de căi ferate electrificate sau în curs de electrificare.

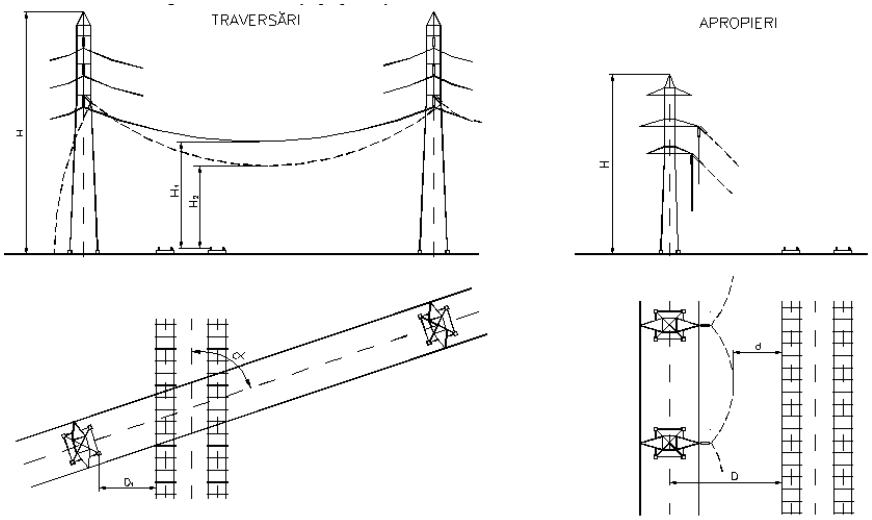
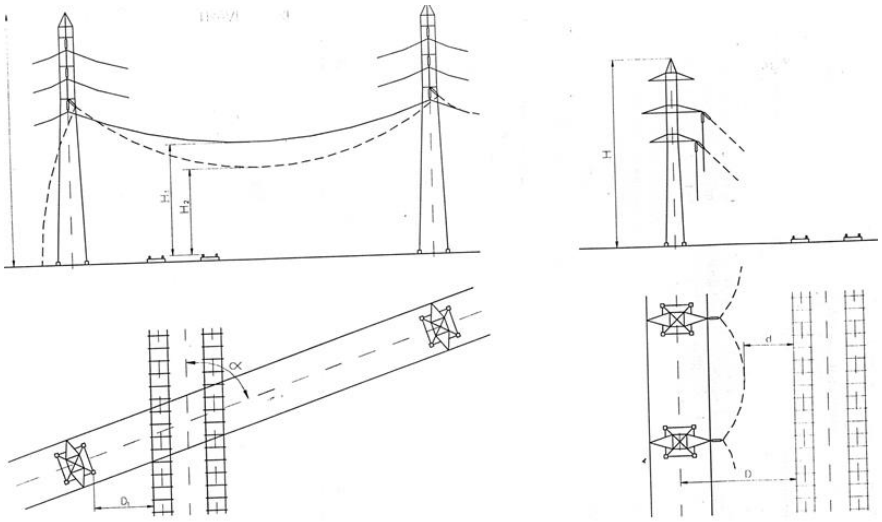


Figura 10.b. Traversări şi apropieri faţă de căi ferate neelectrificate.



XVI.2. Traversări şi apropieri faţă de drumuri

Art. 161. Drumurile, în conformitate cu O.G.R. 43/98 şi O.M.T. 571/97, se clasifică astfel:

- Din punctul de vedere al destinaţiei:

a) drumuri publice - obiective de utilitate publică destinate transportului rutier în scopul satisfacerii cerinţelor economiei naţionale, ale populaţiei şi de apărare a ţării;

b) drumuri de utilitate privată - servesc activităţilor economice (forestiere, petroliere, miniere, agricole, energetice etc., de acces în incinte, din incinte, organizare de şantier).

- Din punctul de vedere funcţional şi administrativ teritorial:

a) drumuri de interes naţional (aparţin proprietăţii publice şi asigură legătura capitalei cu reşedinţele de judeţe, legăturile între acestea, precum şi cu ţările vecine) pot fi:

• autostrăzi;

• drumuri naţionale europene (E);

• drumuri naţionale principale;
• drumuri naţionale secundare.
b) drumuri de interes judeţean (aparţin proprietăţii publice a judeţului şi asigură legăturile între reşedinţele de judeţ şi reşedinţele de comune, municipii, oraşe, porturi, aeroporturi, obiective legate de apărare, turistice etc., precum şi între oraşe şi municipii);
c) drumuri de interes local (aparţin proprietăţii publice a unităţii administrative pe teritoriul căreia se află) pot fi:
• drumuri comunale (leagă reşedinţa de comună şi satele componente, oraşele şi satele componente);
• drumuri vicinale (deservesc proprietăţi, fiind situate la limita acestora);
• străzi (drumuri publice din interiorul localităţii, indiferent de denumire: stradă, bulevard, şosea, alee etc.).
Art. 162. La traversările LEA peste drumuri, în locurile în care există porţi de gabarit, porţi purtând indicatoare de circulaţie etc., se vor respecta următoarele distanţe minime, măsurate între conductorul LEA, la săgeata sau deviaţia maximă şi structura porţii:

- $1\ \text{kV} < U_n \leq 20\ \text{kV} \Rightarrow 2{,}00\ \text{m}$;
- $20\ \text{kV} < U_n \leq 110\ \text{kV} \Rightarrow 3{,}00\ \text{m}$;
- $U_n = 220\ \text{kV} \Rightarrow 4{,}00\ \text{m}$;
- $U_n = 400\ \text{kV} \Rightarrow 5{,}00\ \text{m}$.

Art. 163. Traversările şi apropierile faţă de drumuri situate în extravilanul localităţilor se vor trata conform tabelului 26.a (figura 11.a), iar cele faţă de drumurile situate în intravilanul localităţilor se vor trata conform tabelului 26.b (figura 11.b).

Art. 164. În sensul Ordinului M.T. nr.735 din 9 iunie 2015, privind „Reglementări aeronautice civile române privind stabilirea zonelor cu servituţi aeronautice civile şi a condiţiilor de avizare a documentaţiilor tehnice aferente obiectivelor din aceste zone sau din alte zone în care pot constitui obstacole pentru navigaţia aeriană şi/sau pot afecta siguranţa zborului pe teritoriul şi în spaţiul aerian al României RACR-ZSAC, ediţia 1/2015”, LEA cu înălţime peste 25 m care traversează drumurile publice de interes naţional vor fi balizate, după cum urmează:
• conductoarele superioare din deschiderea de traversare, cu balizaj de zi;
• stâlpii de traversare, cu balizaj de zi (vopsire), iar când înălţimea lor depăşeşte 45 m şi cu balizaj de noapte.

Figura 11.a. Traversări şi apropieri faţă de drumuri situate în extravilanul localităţilor.

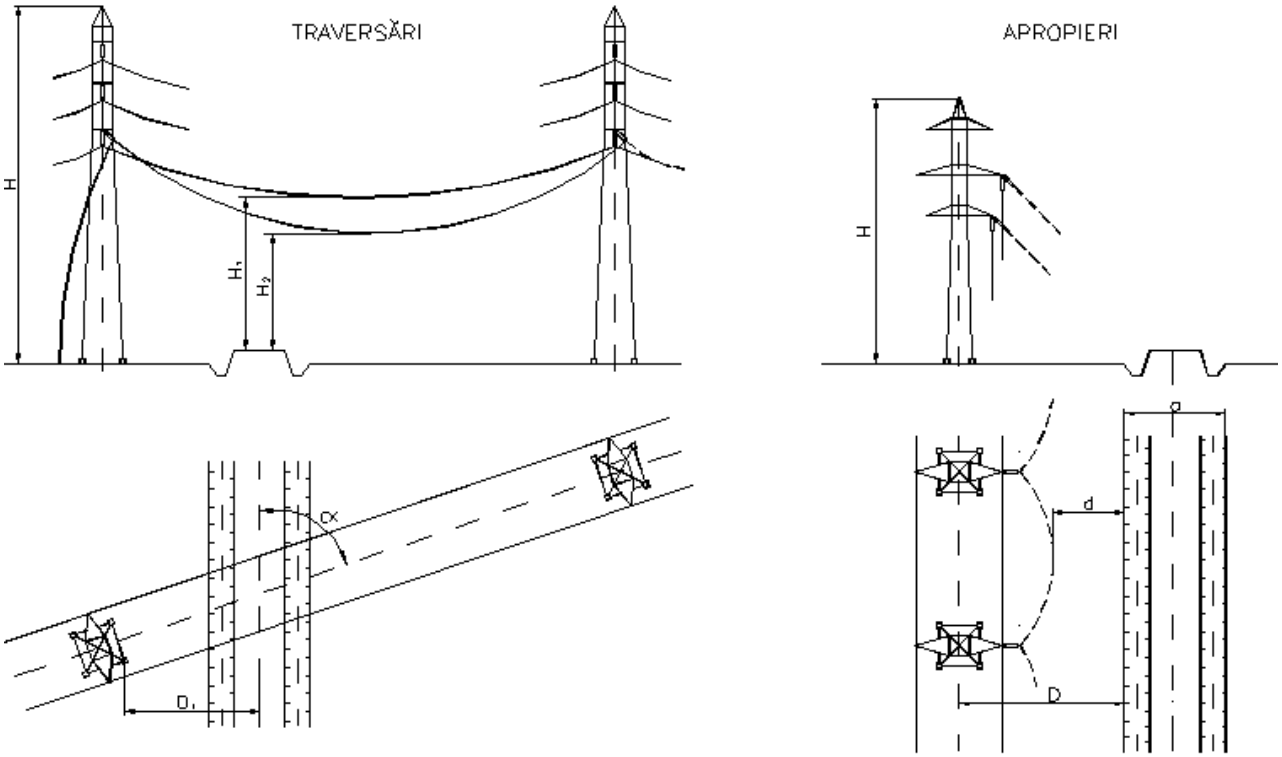
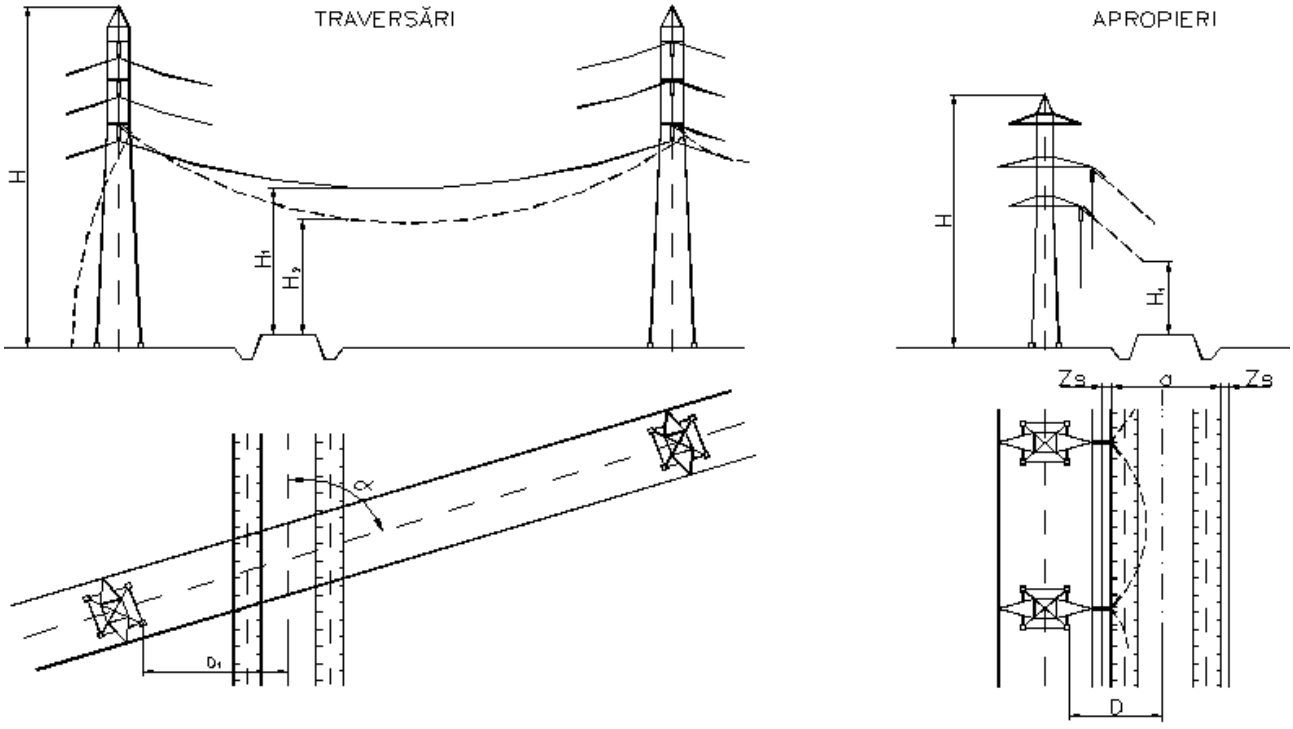


Figura 11.b. Traversări şi apropieri faţă de drumuri situate în intravilanul localităţilor.



Tabelul 26.a. Traversări şi apropieri faţă de drumuri situate în extravilanul localităţilor.

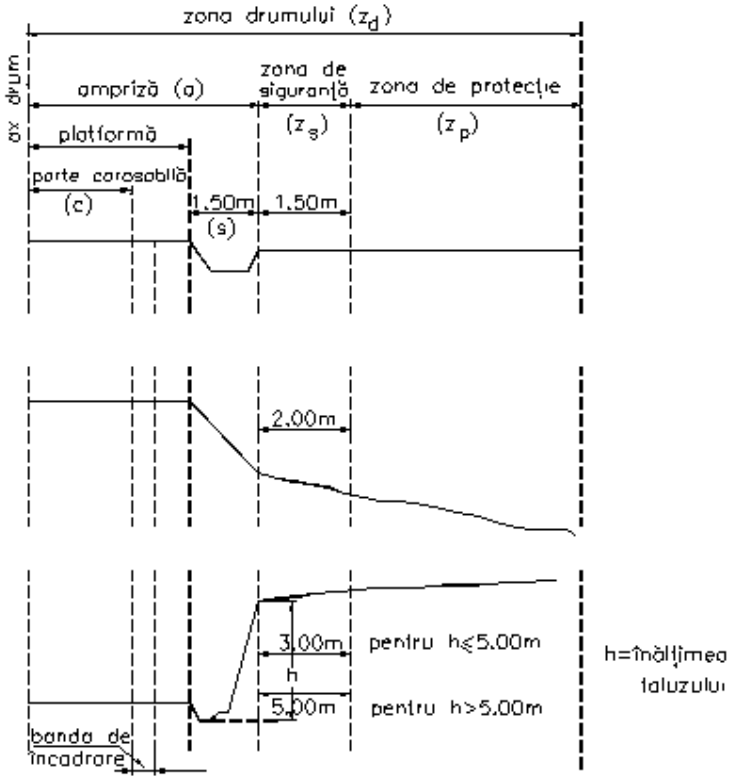
Categoria drumului		Traversări: Măsuri de siguranţă şi protecţie	Traversări: Distanţă pe verticală (m) – Condiţii de calcul ale distanţei pe verticală	Simbol	Distanţa minimă între conductorul inferior al LEA şi partea carosabilă: $U_n \leq$ 110 kV	$U_n =$ 220 kV	$U_n =$ 400 kV	Traversări: Distanţa minimă [4] pe orizontală între marginea celui mai apropiat stâlp şi axul drumului: D_t [m]	Apropieri [4]: Distanţe	Apropieri: Măsuri de siguranţă şi protecţie
Drumuri publice	Drumuri de interes naţional [6][7]: - autostrăzi; - drumuri naţionale: - europene (E); - principale; - secundare;	- Protecţie mărită conform art 115. - Lanţuri duble de izolatoare[1][6], respectiv legături duble [7], în cazul izolatoarelor suport. - Unghi de traversare minim 30° [2] - Panouri de întindere scurte (maximum 5 deschideri).	Săgeata maximă	H_1	7,00	8,00	9,00	50 m pentru autostrăzi, 22 m pentru drumuri naţionale	$D \geq D_e$	-
			Ruperea unui conductor în deschiderea vecină [3]	H_2	5,50	6,50	7,50		$d \geq D_{me}$; $D < D_e$ [5]	Pentru drumuri publice de interes naţional şi judeţean, protecţie mărită conform art. 115, excluzând măsura privitoare la tipul stâlpului şi al clemelor pentru LEA cu izolatoare suport şi cea privitoare la înnădirea conductoarelor
	Drumuri de interes judeţean: - drumuri judeţene	- Protecţie mărită, conform art. 115. - Nivel de izolaţie mărit [1], conform tabelului 19. - Unghi de traversare minim 15°	Săgeata maximă	H_1	7,00	8,00	9,00	20	$d < D_{me}$	Aceste apropieri se vor evita. În cazuri obligate, cu acordul organelor competente, se vor trata ca traversare, excepând măsura pentru tipul stâlpilor LEA cu izolatoare suport şi cea privitoare la interzicerea înnădirii conductoarelor
			Ruperea unui conductor în deschiderea vecină [3]	H_2	5,50	6,50	7,50			
	Drumuri de interes local: - drumuri comunale; - străzi: - urbane; - rurale.	- Nivel de izolaţie mărit conform tabelului 19. - Interzicerea înnădirilor în deschiderea de traversare.	Săgeata maximă	H_1	7,00	8,00	9,00	18	D – distanţa de la axul LEA la limita amprizei drumului. D_e – distanţa de apropiere egală cu înălţimea celui mai înalt stâlp din zona de apropiere, plus 3 m. d – distanţa pe orizontală între conductorul extrem al LEA la deviaţia maximă şi limita "a" a amprizei drumului. D_{me} – distanţa minimă de apropiere, egală cu : • 1,00 m ⇒ 1 kV < $U_n \leq$ 110 kV • 2,00 m ⇒ U_n = 220 kV • 3,00 m ⇒ U_n = 400 kV	
			Ruperea unui conductor în deschiderea vecină [4]	H_2	Nu se impune					
Drumuri de utilitate privată	Drumuri care servesc activităţilor economice.	- Interzicerea înnădirilor în deschiderea de traversare.	Săgeata maximă	H_1	7,00	8,00	9,00	4		
			Ruperea unui conductor în deschiderea vecină [4]	H_2	Nu se impune					

1) Exceptând cazurile în care sunt prevăzute lanţuri multiple, din considerente mecanice.
2) In cazurile excepţionale, se admit unghiuri mai mici, cu acordul organelor în administrarea cărora se găseşte drumul.
3) Nu se aplică liniilor cu izolatoare suport.
4) In cazuri obligate, aceste distanţe pot fi micşorate cu acordul organelor care administrează drumul.
5) In cazul în care stâlpii pătrund în zona de protecţie a drumului se va obţine acordul organelor care administrează drumul.
6) Exceptând lanţurile de izolatoare compozite fără piese din fontă turnată.
7) Exceptând izolatoarele suport compozite.

Tabelul 26.b. Traversări şi apropieri faţă de drumuri situate în intravilanul localităţilor.

Categoria drumului		Traversări [3] [5]: Măsuri de siguranţă şi protecţie	Traversări: Distanţa pe verticală (m) – Condiţii de calcul ale distanţei pe verticală	Simbol	Distanţa minimă între conductorul inferior al LEA şi partea carosabilă: $U_n \leq$ 110 kV	$U_n =$ 220 kV	$U_n =$ 400 kV	Apropieri: Măsuri de siguranţă şi protecţie	Apropieri: Distanţe minime, D (m)
Drumuri publice	Drumuri de interes naţional [6] [7]: - autostrăzi; - drumuri naţionale: - europene (E); - principale; - secundare.	- Protecţie mărită conform art. 115. - Lanţuri duble de izolatoare [1] [6], respectiv legături duble [7], în cazul izolatoarelor suport. - Unghi de traversare minim 30° [2] Panouri de întindere scurte (maximum 5 deschideri).	Săgeată maximă	H_1	7,00	8,00	9,00	Se vor respecta măsurile de siguranţă prevăzute pentru zone cu circulaţie frecventă conform tabelului 30.	Stâlpii vor fi amplasaţi în afara zonei de siguranţă a drumului, Z_s [5], măsurată de o parte şi de alta a drumului, de la amprizei acestuia, a.
			Ruperea unui conductor într-o deschidere vecină [4]	H_2	5,50	6,50	7,50		
	Drumuri de interes judeţean: - drumuri judeţene	- Protecţie mărită conform art. 115. - Lanţuri duble de izolatoare [1] [6], respectiv legături duble [7] în cazul izolatoarelor suport. - Unghi de traversare minim 15°	Săgeată maximă	H_1	7,00	8,00	9,00		
			Ruperea unui conductor într-o deschidere vecină [4]	H_2	5,50	6,50	7,50		
	Drumuri de interes local: - drumuri comunale; - străzi: - urbane; - rurale.	- Protecţie mărită conform art. 115, exceptând prevederea referitoare la tipul stâlpului în cazul liniilor cu izolatoare suport - Lanţuri duble de izolatoare [1] [6], respectiv legături duble [7] în cazul izolatoarelor suport.	Săgeată maximă	H_1	7,00	8,00	9,00		
			Ruperea unui conductor într-o deschidere vecină [4]	H_2	Nu se impune.				
Drumuri de utilitate privată	Drumuri care servesc activităţilor economice.	- Protecţie mărită conform art. 115 referitoare la tipul stâlpului în cazul liniilor cu izolatoare suport - Lanţuri duble de izolatoare [1] [6], respectiv legături duble [7] în cazul izolatoarelor suport.	Săgeată maximă	H_1	7,00	8,00	9,00		
			Ruperea unui conductor într-o deschidere vecină [4]	H_2	Nu se impune.				

1) Exceptând cazurile în care sunt prevăzute lanţuri multiple, din considerente mecanice.
2) În cazuri excepţionale, se admit unghiuri mai mici, cu acordul organelor în administrarea cărora se găseşte drumul.
3) Se interzice amplasarea stâlpilor în zona de siguranţă a drumului.
4) Nu se aplică liniilor cu izolatoare suport.
5) Se exceptează liniile electrice aeriene cu tensiunea până la 20 kV care constituie reţele de distribuţie în localitate, a căror amplasare poate fi făcută în zona de siguranţă a drumului, cu acordul organizaţiilor în administrarea cărora se găseşte drumul.
6) Exceptând lanţurile de izolatoare compozite fără piese din fontă turnată.
7) Exceptând izolatoarele suport compozite.



Zonele de siguranță ale drumurilor sunt cuprinse de la limita exterioară a amprizei drumului până la:

- 1,50 m de la marginea exterioară a șanțurilor, pentru drumurile situate la nivelul terenului;
- 2,00 m de la piciorul taluzului, pentru drumurile în rambleu;
- 3,00 m de la marginea de sus a taluzului, pentru drumurile în debleu cu înalțimea până la 5,00 m inclusiv;
- 5,00 m de la marginea de sus a taluzului, pentru drumurile în debleu cu înalțimea mai mare de 5,00 m.

VALORI PENTRU Z d

Categorie de drum		Distanța Z d (m)
Drumuri de interes național	autostrăzi, drumuri expres	50
	drumuri naționale (europene, principale, secundare)	22
Drum de interes județean	drumuri județene	20
Drum de interes local	drumuri comunale, drumuri vicinale și străzi	18

Figura 12. Elemente de gabarit ale drumurilor

XVI.3. Încrucişări şi apropieri faţă de linii electrice aeriene

Art. 165. Traversările şi apropierile faţă de liniile electrice aeriene se tratează conform tabelelor 27.a, 27.b şi 27.c (figurile 12.a şi 12.b).

Art. 166. Încrucişările şi apropierile faţă de LEA cu tensiunea nominală peste 1000 V se tratează conform tabelului 27.a (figura 12.a).

Art. 167. Încrucişările şi apropierile faţă de LEA cu tensiunea nominală sub 1000 V se tratează conform tabelului 27.b (figura 12.b).

Art. 168. Construirea liniilor cu tensiuni nominale ~~peste şi~~ sub 1000 V, montate pe stâlpi comuni cu alte LEA, se admite cu respectarea prevederilor tabelului 27.c.

Art. 169. Se admite construirea LEA cu mai multe circuite de tensiuni nominale diferite, peste 1000 V fiecare, astfel:

- distanţele dintre circuite trebuie să fie corespunzătoare tensiunii celei mai mari;
- distanţele dintre conductoarele aceluiaşi circuit, precum şi între acestea şi părţile puse la pământ trebuie să fie corespunzătoare tensiunii nominale a circuitului respectiv.

XVI.4. Încrucişări şi apropieri faţă de linii de telecomunicaţii, linii subterane de energie electrică în cablu, linii de tramvai sau troleibuz şi mijloace de transport pe cablu suspendat.

Art. 170. Condiţiile de realizare a încrucişărilor şi apropierilor faţă de liniile de telecomunicaţii trebuie respecte cele indicate în SR 6290:2004, SR 832:2008, precum şi cele din PE 125 și din ordinul 49/2007 al ANRE.

Art. 171. Traversările şi apropierile faţă de linii de tramvai sau troleibuz se tratează prin asimilare cu prevederile combinate ale capitolelor XVI.1 și XVI.2, atât din punct de vedere al măsurilor de siguranţă, cât şi al distanţelor minime.

Condiţiile de realizare a încrucişărilor şi apropierilor faţă de liniile de tramvai şi troleibuze trebuie să respecte cele indicate în STAS 8074-76.

Art. 172. Traversările şi apropierile faţă de linii subterane de energie electrică în cablu se vor trata conform NTE 007/08/00: „Normativ pentru proiectarea şl executarea reţelelor de cabluri electrice”.

Prevederile acestui articol se aplică la liniile electrice in cablu cu tensiuni pană la 400 kV inclusiv, aparţinand operatorilor economici din sectorul energiei electrice.

Art. 173. Încrucişări şi apropieri faţă de mijloacele de transport pe cablu suspendat.

Mijloacele de transport pe cablu suspendat se împart în:

a) teleferice, în cazul în care sunt destinate transportului de persoane;
b) funiculare, în cazul în care sunt destinate transportului de materiale.

Încrucişările şi apropierile LEA noi faţă de mijloacele de transport pe cablu suspendat se tratează conform tabelului 28 (figura 13). În cazul telefericelor, decizia privind amplasarea LEA noi se va face pe baza unei analize de risc.

Amplasarea de mijloacele de transport pe cablu suspendat în zona de siguranță și protecție a LEA existente este interzisă.

Tabelul 27.a. Încrucişări şi apropieri faţă de LEA cu tensiunea nominală peste 1000 V.

Caracteristicile LEA care traversează		Încrucişări								Apropieri
			Distanţe minime [m]							
Tensiunea nominală a liniei	Lungimea deschiderii, a (m)	Măsuri de siguranţă şi protecţie	Distanţa pe verticală: H_I [1) 2)] între conductorul inferior al liniei care traversează şi conductorul superior al liniei traversate, când distanţa l de la locul de încrucişare la axul celui mai apropiat stâlp al liniei care traversează este:						Distanţa pe orizontală, d, între cel mai apropiat conductor al liniei traversate, la deviaţia lui maximă şi orice element al stâlpului liniei care traversează	
			$l \leq 30$m	$l \leq 50$m	$l \leq 70$m	$l \leq 100$m	$l \leq 120$m	$l > 120$m		
1 kV<U_n≤20 kV	$a \leq 100$	Generale: - Trecerea LEA cu tensiunea mai mare peste LEA cu tensiunea mai mică (cu exceptia CF electrificate). La LEA care traversează: - Mărirea nivelului de izolaţie conform tabelului 19., exceptând cazurile în care sunt prevăzute lanţuri multiple, din considerente mecanice. - Interzicerea înnădirilor în deschiderea de traversare. - Lanţurile simple de izolatoare cu elemente capă-tijă se vor verifica la capacitatea reziduală, în cazul spargerii unei pălării (coeficient parţial de siguranţă egal cu 1).	2,00	2,00	-	-	-	-	2,50	- Se recomandă ca distanţa între axele liniilor, D, să fie cel puţin egală cu înălţimea deasupra solului a celui mai înalt stâlp din zona de apropiere, plus 3 m, respectiv 100 m când una din LEA are U_n = 400 kV. - În cazuri obligate, pe porţiuni scurte de traseu, această distanţă poate fi redusă, astfel încât distanţa între conductoarele extreme ale liniilor în poziţie normală, L, să fie cel puţin: 3,00 m ⇒ 1 kV < U_n≤ 20 kV 5,00 m ⇒ 20 kV < U_n≤ 110 kV 10,00 m ⇒ U_n = 220 kV 15,00 m ⇒ U_n = 400 kV - În astfel de cazuri deschiderile reale la încărcări din vânt şi la încărcări verticale nu vor depăşi 90% din cele de dimensionare ale stâlpilor, fiind necesară totodată verificarea distanţei la înclinarea conductorului unei linii faţă de stâlpul celeilalte linii; se vor calcula de asemenea influenţele electromagnetice şi prin cuplaj rezistiv.
	$a > 100$		2,00	2,50	2,50	-	-	-		
20kV<U_n≤110kV	$a \leq 200$		3,00	3,00	3,00	4,00	-	-	3,00	
	$a > 200$		3,00	3,00	4,00	4,50	5,00	-		
U_n = 220 kV	$a \leq 200$		4,00	4,00	4,00	4,00	-	-	4,00	
	$a \leq 300$		4,00	4,00	4,00	4,50	5,00	5,50		
	$a > 300$		4,00	4,00	5,00	6,00	6,50	7,00		
U_n = 400 kV	$a \leq 200$		5,00	5,00	5,00	5,50	-	-	5,00	
	$a \leq 300$		5,00	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00		
	$a > 300$		5,00	5,50	6,00	7,00	7,50	8,00		

1) În cazul liniilor pe stâlpi de lemn fără conductor de protecţie, atât pentru cele care traversează, cât şi pentru cele traversate, aceste distanţe rămân valabile, doar dacă se montează pe stâlpii adiacenţi traversării descărcătoare (dacă deschiderea l < 40 m, se vor monta descărcătoare numai pe stâlpul cel mai apropiat); în caz contrar, distanţele se majorează cu 2 m.
2) Aceste distanţe trebuie respectate, când ambele conductoare se află la t = +15°C.

Tabelul 27.b. Încrucişări şi apropieri faţă de LEA cu tensiunea nominală sub 1000 V.

Tensiunea nominală a liniei care traversează	Încrucişări						Apropieri [2)]
	Măsuri de siguranţă [1)] şi protecţie	Distanţe minime [m]					
		Condiţii de calcul ale distanţei pe verticală	Simbol	Distanţa pe verticală, H, între conductorul inferior al liniei peste 1000 V şi conductorul superior al liniei sub 1000 V [3)]		Distanţa pe orizontală de la orice element al stâlpului LEA peste 1000 V, la cel mai apropiat conductor al LEA sub 1000 V [5)], d	
				$l \leq 40$ m [4)]	$l > 40$ m [4)]		
1 kV < U_n ≤ 20 kV	Generale: Linia cu tensiune mai mare trebuie să traverseze linia cu tensiune mai mică. La linia care traversează: - Protecţie mărită conform articolului 115. - Lanţuri duble de izolatoare[+], respectiv legături duble în cazul izolatoarelor suport.	Regim normal	H_1	2,00	2,50	3,00	- Se recomandă ca distanţa între axele liniilor, D, să fie cel puţin egală cu înălţimea deasupra solului a celui mai înalt stâlp din zona de apropiere, plus 3 m. - În cazuri obligate, această distanţă poate fi redusă, astfel încât distanţa orizontală, L, între orice element al LEA sub 1000 V şi cel mai apropiat conductor al LEA, peste 1000 V, la deviaţia maximă, să fie minimum: 2,00 m ⇒ 1 kV < U_n ≤ 20 kV; 3,00 m ⇒ 20 kV < U_n ≤ 110 kV; 5,00 m ⇒ U_n = 220 kV; 7,00 m ⇒ U_n = 400 kV. - În toate cazurile se vor lua măsuri pentru evitarea influenţei electromagnetice şi prin cuplaj rezistiv asupra LEA sub 1000 V.
		Ruperea unui conductor într-o deschidere vecină [6)]	H_2	1,00	1,00		
20 kV < U_n ≤110 kV		Regim normal	H_1	3,00	4,00	5,00	
		Ruperea unui conductor într-o deschidere vecină [6)]	H_2	1,00	1,00		
U_n = 220 kV		Regim normal	H_1	4,00	5,00	7,00	
		Ruperea unui conductor într-o deschidere vecină [6)]	H_2	2,00	2,00		
U_n = 400 kV		Regim normal	H_1	5,00	6,00	10,00	
		Ruperea unui conductor într-o deschidere vecină [6)]	H_2	3,00	3,00		

1) Pentru LEA cu U_n <110 kV prevăzute cu izolatoare suport, situate în interiorul localităţilor, se vor adopta măsurile de siguranţă prevăzute la trecerea LEA prin zone cu circulaţie frecventă (tabelul 30).
2) Exceptând cazurile în care sunt prevăzute lanţuri multiple, din considerente mecanice.
3) Distanţa pe verticală se verifică în condiţiile:
- conductorul LEA peste 1000 V se află la t = -5°C cu chiciură, iar cel al LEA sub 1000 V la t = -5°C fără chiciură;
- ambele conductoare se află la t = +40°C.
4) l este distanţa de la axul stâlpului liniei care traversează, până la punctul de încrucişare în axul liniei traversate.
5) Se ţine seama de echipamentul prezent şi viitor pe care îl permite linia, inclusiv circuitele de telecomunicaţii, dacă este cazul.
6) Verificarea distanţei se face numai în cazul stâlpilor prevăzuţi cu lanţuri de izolatoare.

Tabelul 27.c. Linii cu tensiuni nominale peste şi sub 1000 V, montate pe stâlpi comuni cu alte LEA.

Tensiunea nominală a liniei peste 1000 V	Măsuri de siguranţă şi protecţie	Distanţa minimă pe verticală între conductorul inferior al liniei peste 1000 V şi conductorul superior al liniei sub 1000 V, H_1 (m) 2)	
		Deschidere mai mică sau egală cu 40 m	Deschidere mai mare de 40 m
1 kV < U_n ≤ 20 kV	- Linia cu tensiune nominală mai mare se va monta deasupra celei cu tensiune nominală mai mică; - Adoptarea de izolatoare (legături) duble, sau de lanţuri duble de izolatoare1)3) de tip nestrăpungibil la LEA cu tensiunea peste 1000 V; - Conductoarele liniei peste 1000 V se vor întinde, pentru încărcări normate, cu o tracţiune de maxim 40% din rezistenţa de rupere a conductorului; - Se va prevedea deconectarea automată la puneri simple la pământ a liniei peste 1000 V; - Armătura metalică a tuturor stâlpilor se va lega la conductorul nul.	1,50	2,00
U_n > 20 kV	Nu se admite montarea pe stâlpi comuni cu linii cu tensiunea nominală sub 1000 V		

1) Exceptând cazurile în care sunt prevăzute lanţuri multiple, din considerente mecanice.

2) Această distanţă se va verifica în condiţiile:

• conductorul LEA peste 1000 V se află la t = -5°C cu chiciură, iar cel al LEA sub 1000 V

la t = -5oC fără chiciură;

• ambele conductoare se află la t = +40°C.

3) Exceptând lanţurile de izolatoare compozite fără piese turnate şi izolatoarele suport compozite.

Figura 12.a. Încrucişări şi apropieri faţă de LEA cu tensiunea nominală peste 1000 V

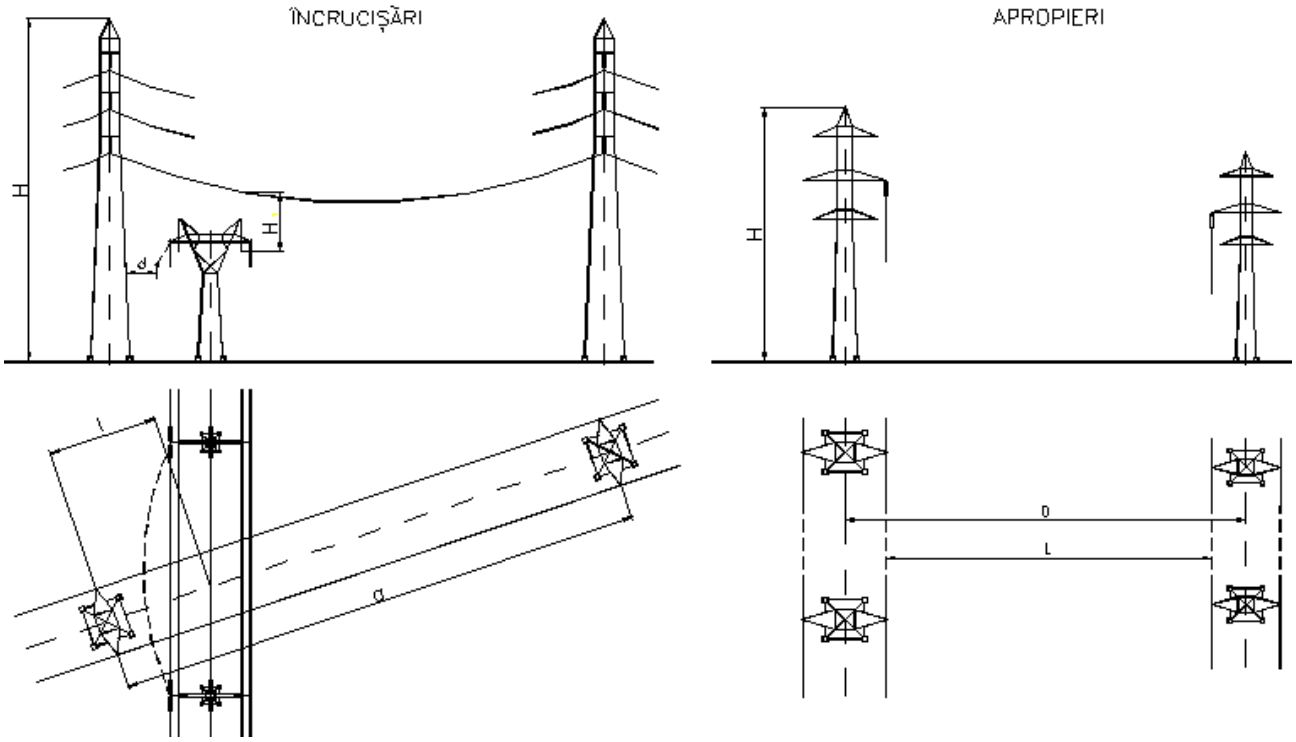
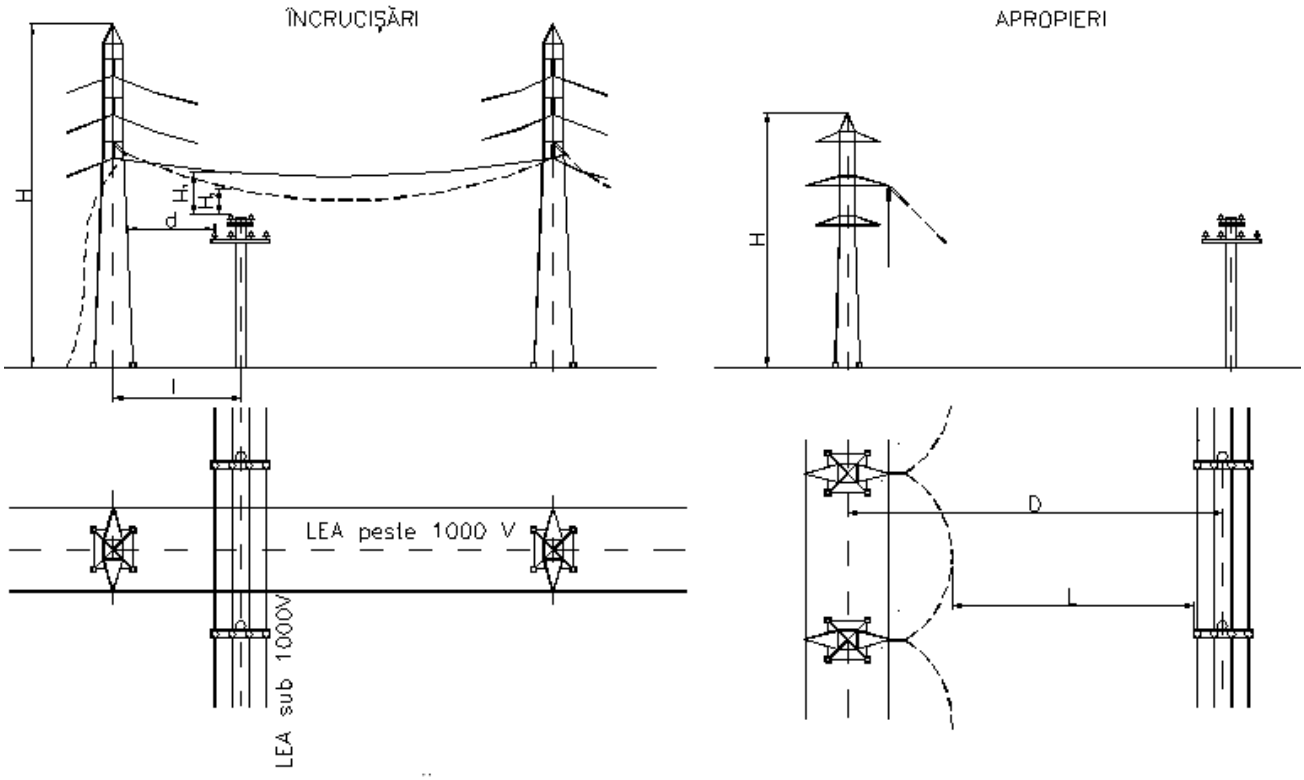


Figura 12.b. Încrucişări şi apropieri faţă de LEA cu tensiunea nominală sub 1000 V.

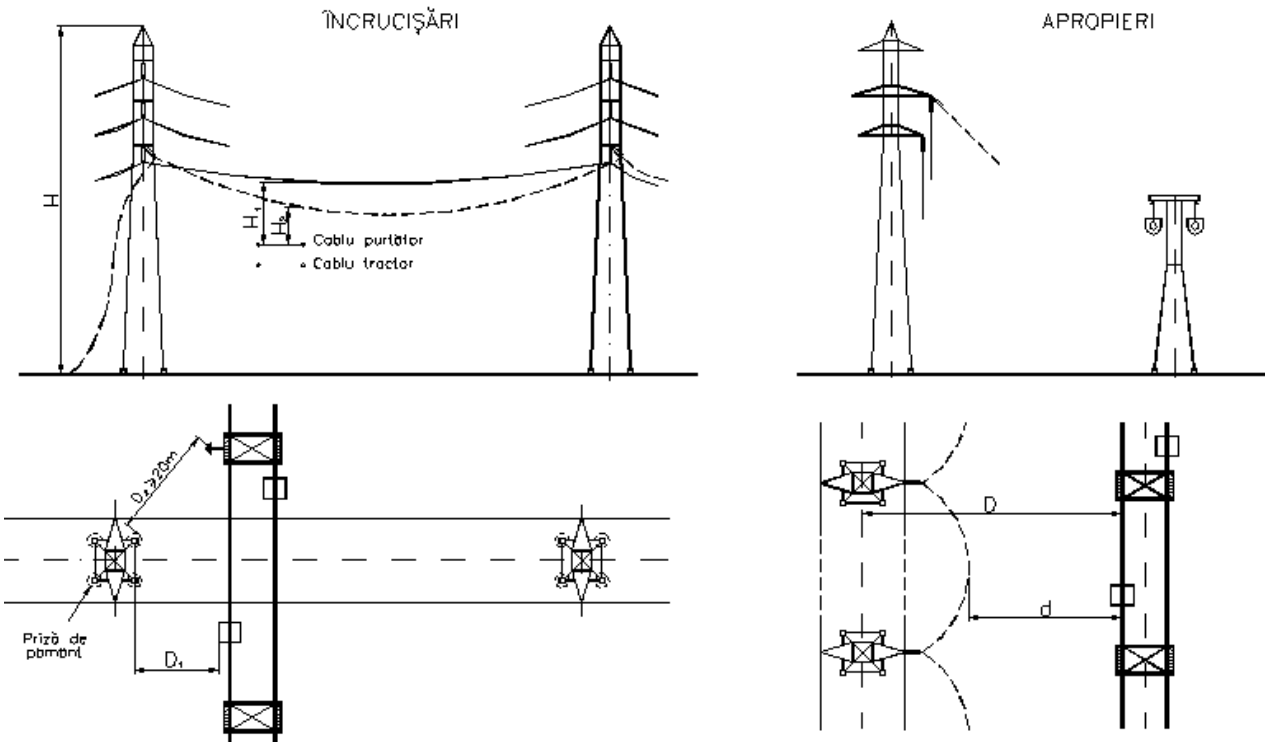


Tabelul 28. Încrucişări şi apropieri faţă de mijloace de transport pe cablu suspendat.

Tipul mijlocului de transport	Încrucişări						Apropieri	
	Tensiunea nominală a liniei	Măsuri de siguranţă şi protecţie	Distanţe minime (m)					
			Condiţii de calcul ale distanţei pe verticală	Simbol	Distanţa pe verticală între conductorul inferior al LEA şi cablu	Distanţa pe orizontală între orice parte a funicularului şi marginea celui mai apropiat stâlp: D_1		
Funiculare (vezi articolul 176)	1 kV < U_n ≤ 20 kV	Se vor evita încrucişările între LEA şi funiculare. În situaţii obligate, astfel de încrucişări se admit cu recomandarea ca LEA să traverseze funicularul. În acest caz se iau următoarele măsuri de siguranţă: - Protecţie mărită conform art. 115. - Lanţuri duble de izolatoare [1] respectiv legături duble în cazul izolatoarelor suport. - Elementele funicularului se vor lega la pământ. În cazurile în care LEA subtraversează funicularul, măsurile de siguranţă (plase de protecţie, poduri protectoare etc.) se iau în comun acord cu autorităţile în administraţia cărora se găseşte acesta.	Săgeata maximă	H_1	3,00	Înălţimea stâlpului deasupra solului plus 3 m. Această distanţă poate fi redusă cu acordul autorităţilor în administraţia cărora se găseşte funicularul. In toate cazurile, distanţa între cea mai apropiată fundaţie sau priză de pământ a unui stâlp LEA şi priza de pământ a funicularului, D_2, va fi de minimum 20 m.	Distanţe	Măsuri de siguranţă şi protecţie
			Ruperea unui conductor în deschiderea vecină [2]	H_2	1,00		$d \geq D_{ma}$ $D \geq D_a$	-
	20 kV < U_n ≤ 110 kV		Săgeata maximă	H_1	4,00		$d < D_{ma}$ $D < D_a$	Deschiderile reale la încărcări vânt şi la încărcări verticale nu vor depăşi 90% din cele de dimensionare ale stâlpilor.
			Ruperea unui conductor în deschiderea vecină [2]	H_2	1,00			La funiculare aceste apropieri se vor evita. În cazuri obligate, cu acordul organelor competente se vor trata ca încrucişare, acceptând măsura pentru tipul stâlpului LEA cu izolatoare suport şi cea privitoare la interzicerea înnădirii conductoarelor. La teleferice aceste apropieri se interzic.
	U_n = 220 kV		Săgeata maximă	H_1	5,00			
			Ruperea unui conductor în deschiderea vecină [2]	H_2	2,00			
	U_n = 400 kV		Săgeata maximă	H_1	6,00			
			Ruperea unui conductor în deschiderea vecină [2]	H_2	3,00			
Teleferice (vezi art. 173)	1 kV < U_n ≤ 400 kV	Se vor evita încrucişările între LEA şi teleferice. În cazuri excepţionale, cu acceptul proprietarului instalaţiei pe cablu suspendat este admisă supratraversarea acesteia numai cu LEA cu tensiuni peste 110 kV şi se vor aplica măsurile de siguranţă şi protecţie corespunzătoare tensiunii de 400 kV, cu dublarea distanţelor minime pe verticală şi obligativitatea condiţiei $D \geq D_a$ în cazul apropierilor şi cu obligativitatea aplicării tuturor măsurilor rezultate din analiza de risc.					D - distanţa pe orizontală de la axul LEA până la cablul purtător. D_a - distanţa de apropiere - înălţimea deasupra solului a celui mai înalt stâlp din zona de apropiere, plus 10 m. d - distanţa pe orizontală între conductorul extrem al LEA la deviaţia maximă şi cablul purtător. D_{ma} - distanţa minimă de apropiere egală cu: 12.00 m ⇒ 1 kV < U_n ≤110 kV; 13.00 m ⇒ U_n = 220 kV; 14.00 m ⇒ U_n = 400 kV.	

1) Exceptând cazurile în care sunt prevăzute lanţuri multiple, din considerente mecanice.
2) Nu se aplică liniilor cu izolatoare suport.

Figura 13. Încrucişări şi traversări faţă de mijloace de transport pe cablu suspendat.



XVI.5.Traversări şi apropieri faţă de conducte supraterane

Art. 174. Prin *conducte supraterane* se înţeleg conductele metalice sau din beton armat, închise sau deschise, situate la o cotă mai ridicată sau cel puţin egală cu cota solului.

Art. 175. Conductele supraterane se împart în:

a) *Conducte supraterane de fluide neinflamabile*; traversările şi apropierile faţă de aceste conducte se tratează conform tabelului 29.a (figura 14), cu excepţia conductelor destinate irigaţiilor, care se vor trata conform subcap. XVI.20.

b) *Conducte supraterane de lichide inflamabile*; traversările şi apropierile faţă de aceste conducte se tratează conform tabelului 29.b (figura 14);

c) *Conducte supraterane de gaze inflamabile*; traversările şi apropierile faţă de aceste conducte se tratează conform tabelului 29.c (figura 14).

XVI.6.Trecerea LEA prin zone cu circulaţie frecventă

Art. 176. Trecerea prin zone cu circulaţie frecventă se tratează conform tabelului 30.

La proiectarea și construcția LEA noi, inclusiv tronsoane noi a liniilor existente, amplasate în zone cu circulație frecventă, se va asigura un nivel maxim al valorilor câmpului electric și magnetic în conformitate cu prevederile Ordinului nr. 1.193 din 29 septembrie 2006 pentru aprobarea Normelor privind limitarea expunerii populaţiei generale la câmpuri electromagnetice de la 0 Hz la 300 GHz.

XVI.7.Trecerea LEA prin zone de culturi pe spaliere metalice şi peste îngrădiri metalice

Art. 177. Trecerea LEA prin zone cu culturi pe spaliere metalice şi peste îngrădiri metalice cu caracter permanent (aferente locuinţelor, cimitirelor etc.) se tratează conform tabelului 31 (figura 15).

Tabelul 29.a. Traversări şi apropieri faţă de conducte supraterane de fluide neinflamabile.

Tensiunea nominală a liniei	Traversări: Măsuri de siguranţă şi protecţie	Traversări: Distanţe minime [m] – Condiţii de calcul ale distanţei pe verticală	Distanţa pe verticală între conductorul inferior al LEA şi conducta – Simbol	Distanţa pe verticală între conductorul inferior al LEA şi conducta – Valoare	Distanţa pe orizontală, D_1, între baza celui mai apropiat stâlp şi peretele conductei	Apropieri: Distanţe	Apropieri: Măsuri de siguranţă şi protecţie
1 kV<U_n ≤20 kV	La LEA: - Protecţie mărită conform art. 115 [4]. - Lanţuri duble de izolatoare [1] respectiv legături duble în cazul izolatoarelor suport.	Săgeata maximă	H_1	3,50	Se recomandă ca distanţa să fie mai mare decât înălţimea stâlpului, deasupra solului, plus 3 m. Această distanţă poate fi redusă în cazuri obligate, până la 5 m, cu precizarea că, în cazul liniilor noi, deschiderile reale la încărcări din vânt şi la încărcări verticale nu vor depăşi 90% din cele de dimensionare ale stâlpilor. In toate cazurile distanţa între cea mai apropiată fundaţie sau priza de pământ a unui stâlp LEA şi priza de pământ a conductei, D_2, va fi de minimum 20 m.	$d \geq D_{ma}$	$D \geq D_a$	-
		Ruperea unui conductor în deschiderea vecină [3]	H_2	1,00			$D < D_a$	Deschiderile reale la încărcări din vânt şi la încărcări verticale nu vor depăşi 90% din cele de dimensionare ale stâlpilor.
20 kV <U_n ≤110 kV	La conductă: - Conducta se va lega la pământ pe toată lungimea traversării, plus câte 3 m de o parte şi de alta, prin intermediul unei platbande de legare la pământ, montată la partea superioară a conductei, prevăzută la capete cu două prize cu R_p= 10 Ω [2]. - Instalaţia de legare la pământ a conductei se va verifica la stabilitate termică, conform prevederilor SR EN 61140:2002 şi "Normativ privind proiectarea, execuţia şi exploatarea instalaţiilor electrice aferente clădirilor, Indicativ I7/2011".	Săgeata maximă	H_1	4,00		$d < D_{ma}$	Aceste apropieri se vor evita. În cazuri obligate, se vor trata ca o traversare exceptând măsura pentru tipul stâlpilor LEA.
		Ruperea unui conductor în deschiderea vecină [3]	H_2	1,00				
U_n =220 kV		Săgeata maximă	H_1	5,00		D - distanţa între axul LEA şi peretele conductei. D_a - distanţa de apropiere - înălţimea deasupra solului a celui mai înalt stâlp din zona de apropiere, plus 3 m. d - distanţa pe orizontală între conductorul extrem al LEA la deviaţia lui maximă şi peretele conductei. D_{ma} - distanţa minimă de apropiere egală cu: • 5,00 m ⇒ 1 kV < U_n ≤ 110 kV; • 6,00 m ⇒ U_n = 220 kV; • 7,00 m ⇒ U_n = 400 kV. **Se vor lua măsuri pentru evitarea influenţelor electromagnetice în conductă.**		
		Ruperea unui conductor în deschiderea vecină [3]	H_2	2,00				
U_n =400 kV		Săgeata maximă	H_1	6,00				
		Ruperea unui conductor în deschiderea vecină [3]	H_2	3,00				

1) Exceptând cazurile în care sunt prevăzute lanţuri multiple, din considerente mecanice.
2) In cazurile în care conducta este protejată catodic sau există alte motive ale proiectantului sau beneficiarului, pentru care conducta nu poate fi legată la pământ, se va monta un dispozitiv de gardă. Realizarea acestuia se recomandă să se efectueze după SR 6290:2004.
3) Nu se referă la LEA cu izolatoare suport.
4) Se exceptează liniile existente la care nu se realizează condiţia ca deschiderile reale la încărcări din vânt şi la încărcări verticale să fie mai mici de 90% din cele de dimensionare ale stâlpilor; în aceste cazuri, protecţia se realizează prin montarea unui dispozitiv de gardă. Realizarea acestuia se recomandă să se efectueze după SR 6290:2004.

Tabelul 29.b. Traversări şi apropieri faţă de conducte supraterane de lichide inflamabile.

Traversări	Apropieri: Distanţe		Apropieri: Măsuri de siguranţă şi protecţie
Tipul conductei *Conducte de transport şi conducte între schele şi rafinării, sau puncte de încărcare.* Se interzice traversarea. In cazuri excepţionale, se admit astfel de traversări, cu acordul autorităţilor în administraţia cărora se găseşte conducta, luându-se măsuri de siguranţă corespunzătoare. *Alte conducte* Se vor evita traversările LEA peste aceste conducte. Ele se admit în condiţiile indicate în tabelul 29.a, categoria *Traversări*.	$D \geq D_a$		-
	$D < D_a$	$d \geq Dma_1$	Deschiderile reale la încărcări din vânt şi la încărcări verticale nu vor depăşi 90% din cele **de dimensionare ale stâlpilor.**
		$Dma_2 \leq d < Dma_1$	- Protecţie mărită conform art. 115, exceptând măsura prevăzută pentru stâlpii LEA cu izolatoare suport. - Lanţuri duble de izolatoare [1], respectiv **legături duble în cazul izolatoarelor suport.**
		$d < Dma_2$	**Aceste apropieri se interzic.**
	D - distanţa între axul LEA şi peretele conductei. D_a - distanţa de apropiere - înălţimea deasupra solului a celui mai înalt stâlp din zona de apropiere, plus 3 m. d - distanţa pe orizontală între conductorul extern al LEA la deviaţia lui maximă şi peretele conductei. Dma_1, Dma_2 - distanţe minime de apropiere având valorile din tabelul de mai jos:		

Tensiunea nominală a liniei (kV)	Dma_1 (m)	Dma_2 (m)
1 kV < U_n ≤ 110 kV	15,00	5,00
U_n = 220 kV	16,00	6,00
U_n = 400 kV	17,00	7,00

Se vor lua măsuri pentru evitarea influenţelor electromagnetice în conductă.

1) Exceptând cazurile când sunt prevăzute lanţuri multiple, din cSonsiderente mecanice.

Tabelul 29.c. Traversări şi apropieri faţă de conducte supraterane de gaze inflamabile.

<table>
<tr><td rowspan="2">Traversări</td><td colspan="3">Apropieri</td></tr>
<tr><td colspan="2">Distanţe</td><td>Măsuri de siguranţă şi protecţie</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Tipul conductei

Conducte de transport

Se interzice traversarea.

In cazuri excepţionale, se admit astfel de traversări, cu acordul autorităţilor în administraţia cărora se găseşte conducta, luându-se măsuri de siguranţă corespunzătoare.

Conducte de distribuţie uzinale tehnologice

Se vor evita traversările LEA peste aceste conducte.

Ele se admit în condiţiile indicate în tabelul 29.a, categoria Traversări.</td><td colspan="2">$D \geq D_a$</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="3">$D < D_a$</td><td>$d \geq Dma_1$</td><td>Deschiderile reale la încărcări din vânt şi la încărcări verticale nu vor depăşi 90% din cele de dimensionare ale stâlpilor.</td></tr>
<tr><td>$Dma_2 \leq d < Dma_1$</td><td>- Protecţie mărită conform art. 115 pentru stâlpii LEA cu izolatoare suport.
- Lanţuri duble de izolatoare [1], respectiv legături duble în cazul izolatoarelor suport.</td></tr>
<tr><td>$d < Dma_2$</td><td>Aceste apropieri se interzic.</td></tr>
<tr><td colspan="3">D - distanţa între axul LEA şi peretele conductei.

D_a - distanţa de apropiere - înălţimea deasupra solului a celui mai înalt stâlp din zona de apropiere, plus 3 m.

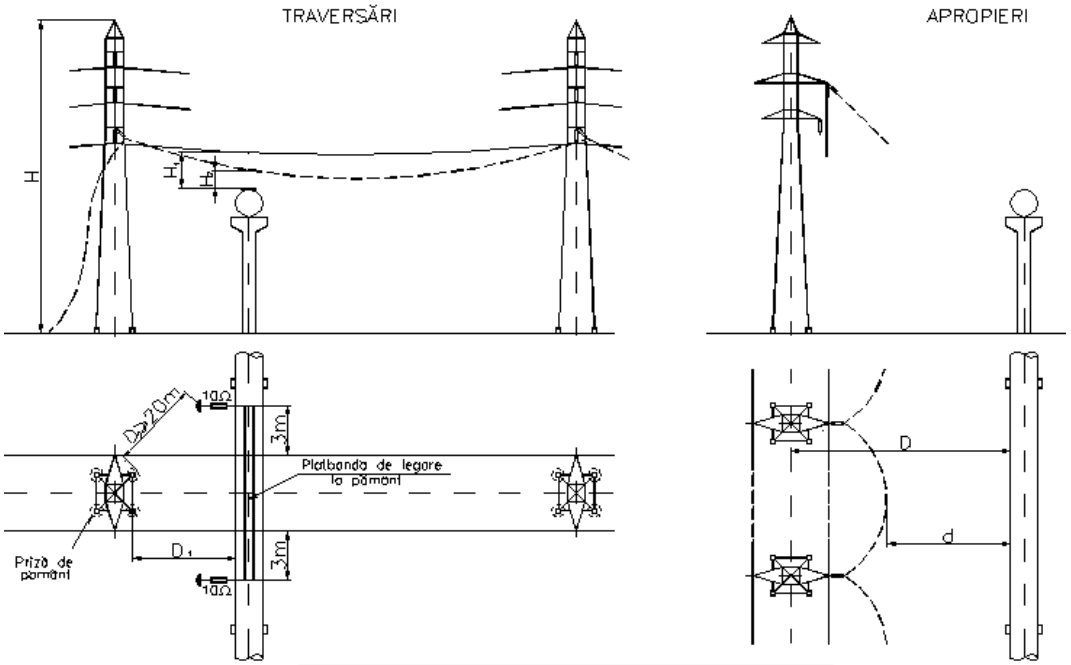
d - distanţa pe orizontală între conductorul extrem al LEA la deviaţia lui maximă şi peretele conductei.

Dma_1, Dma_2 - distanţe minime de apropiere având valorile din tabelul de mai jos:

<table>
<tr><td>Tensiunea nominală a liniei (kV)</td><td>Dma_1 (m)</td><td>Dma_2 (m)</td></tr>
<tr><td>1 kV < $U_n \leq$ 110 kV</td><td>15,00</td><td>5,00</td></tr>
<tr><td>U_n = 220 kV</td><td>16,00</td><td>6,00</td></tr>
<tr><td>U_n = 400 kV</td><td>17,00</td><td>7,00</td></tr>
</table>
Se vor lua măsuri pentru evitarea influenţelor electromagnetice în conductă.</td></tr>
</table>

1) Exceptând cazurile când sunt prevăzute lanţuri multiple, din considerente mecanice.

Figura 14. Traversări şi apropieri faţă de conducte supraterane



Tabelul 30. Trecerea LEA prin zone cu circulaţie frecventă 1)

Tensiunea nominală a liniei		Măsuri de siguranţă şi protecţie	Distanţa minimă pe verticală între conductorul inferior al LEA la săgeata maximă şi sol
			h (m)
1 kV < $U_n \leq$ 110 kV[3)]	Linii echipate cu izolatoare suport	- Deschiderile reale ale stâlpilor la încărcări din vânt şi la încărcări verticale nu vor depăşi 90% din cele de dimensionare ale stâlpilor. - Prinderea conductorului de izolator se va realiza prin legături duble [2)]. - Secţiuni minime de conductoare conform art. 115 (tabel 18).	7,00
	Linii echipate cu lanţuri de izolatoare	- Protecţie mărită conform art. 115, excluzându-se măsura interzicerii înnădirilor. - Lanţuri duble de izolatoare exceptând: - cazurile când sunt prevăzute lanţuri multiple, din considerente mecanice; - deschiderile dintre stâlpii terminali ai LEA şi cadrele (clădirile) staţiilor electrice. - lanţuri cu izolatoare compozite fără piese metalice din fontă turnată.	
U_n = 220 kV			8,00
U_n = 400 kV			9,00,

1) Dacă conductorul la deviaţia maximă se află deasupra clădirii, trecerea se va trata ca traversare conform tabelului 32.

2) Exceptând izolatoarele suport din materiale compozite.

3) Pentru linii cu tensiunea nominală mai mică de 110 kV care au neutrul tratat prin bobină se va prevedea deconectarea automată la puneri simple la pământ.

Tabelul 31. Trecerea LEA peste culturi pe spaliere metalice şi peste îngrădiri metalice.

Tensiunea nominală a liniei		Măsuri de siguranţă şi protecţie	Distanţa minimă pe verticală între conductorul inferior al LEA la săgeata maximă şi:	
			sol	partea superioară a spalierului sau îngrădirii
			h (m)	H (m)
1 kV < U_n ≤ 110 kV	Linii echipate cu izolatoare suport	- Deschiderile reale ale stâlpilor la încărcări din vânt şi la încărcări verticale nu vor depăşi 90% din cele de dimensionare ale stâlpilor. - Nivelul de izolaţie se va mări conform tabelului 19 [1)], iar izolatoarele vor fi de tip nestrăpungibil. - Secţiuni minime de conductoare conform art. 115 (tabel 18). - Legături duble.	6,00	3,00
	Linii echipate cu lanţuri de izolatoare	- Protecţie mărită conform art. 115[3)], excluzându-se măsura interzicerii înnădirilor. - Nivelul de izolaţie mărit, conform tabelului 19 [2)].		
U_n = 220 kV			7,00	4,00
U_n = 400 kV			8,00	5,00

În cazul în care nu se poate mări nivelul de izolaţie, stâlpii se leagă la pământ. Condiţiile de legare la pământ trebuie să fie cel puţin cele indicate în SR EN 61140:2002 şi "Normativ privind proiectarea, execuţia şi exploatarea instalaţiilor electrice aferente clădirilor, Indicativ I7/2011" pentru zone cu circulaţie frecventă.
Nu se aplică această prevedere, dacă se îndeplineşte una din următoarele condiţii: reţeaua funcţionează cu nulul legat la pământ sau stâlpul se află la cel puţin 2 m faţă de spaliere.

1) Exceptând cazul în care sunt prevăzute lanţuri multiple, din considerente mecanice.
2) Mai puţin măsurile referitoare la stâlpi şi cleme cu blocarea conductorului.

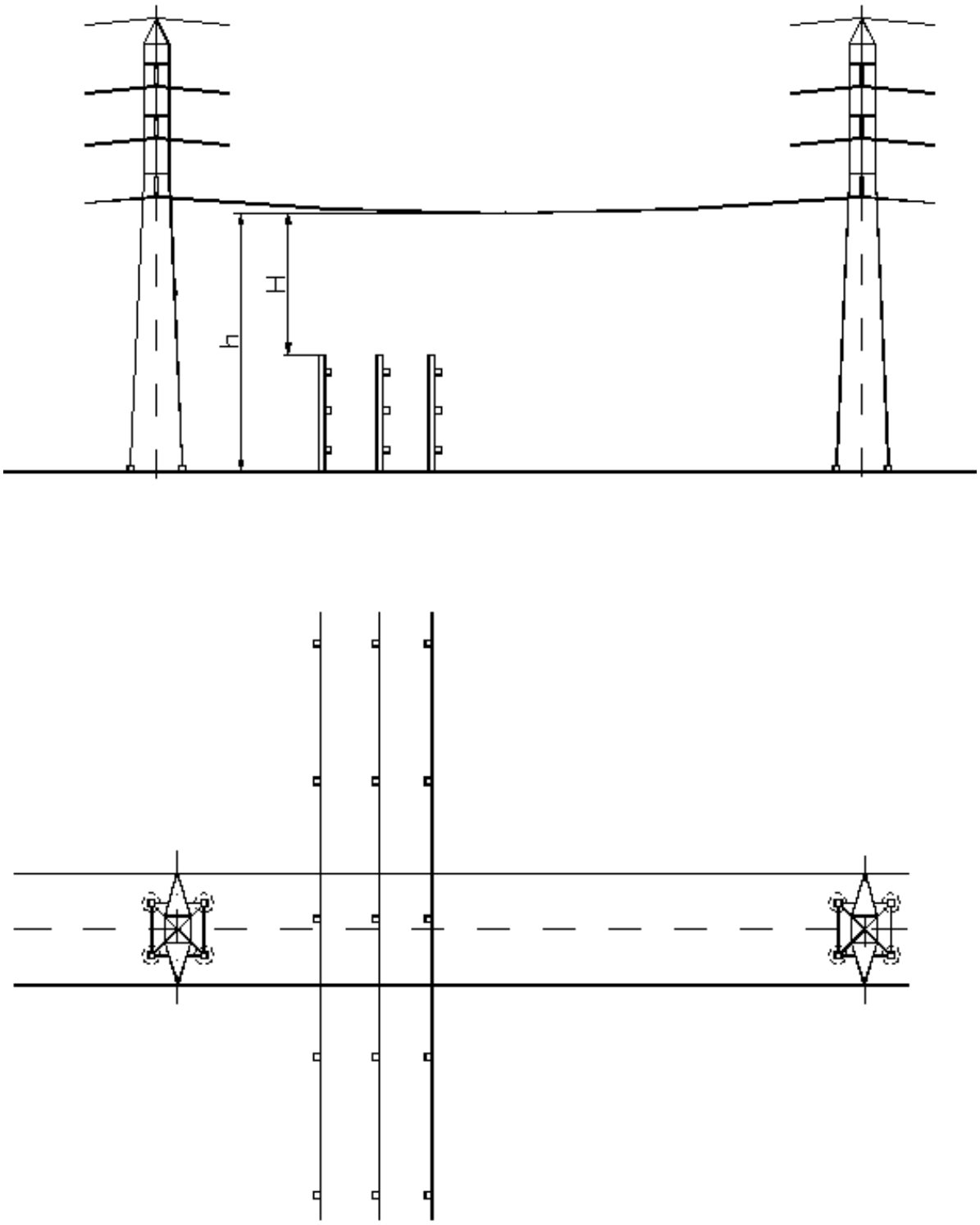


Figura 15. Trecerea LEA peste culturi pe spaliere metalice şi peste îngrădiri metalice.

XVI.8. Traversări şi apropieri faţă de clădiri

Art. 178. Clădirile se împart în:

a) *Clădiri locuite*, categorie în care sunt cuprinse:

- clădiri industriale;

- clădiri de locuit;
- clădirile anexe ale gospodăriilor situate în perimetrul circulat al curţilor.

b) Clădiri nelocuite, categorie în care sunt cuprinse clădirile izolate de importanţă secundară, situate în afara perimetrului circulat al curţilor (garajuri, coteţe, hambare, magazii, gheţării etc.) şi care nu sunt destinate adăpostirii permanente de oameni şi animale.

Art. 179. Prin traversarea unei LEA peste o clădire se înţelege situaţia în care conductorul LEA, în poziţie normală sau la deviaţia maximă, se găseşte deasupra perimetrului clădirii şi se tratează conform art. 180.

Toate celelalte cazuri de vecinătate a unei LEA cu o clădire sunt considerate apropieri.

Art. 180. Se vor evita, pe cât posibil, traversările LEA cu tensiuni nominale peste 1000 V peste clădiri locuite sau nelocuite.

Traversarea peste clădirile locuite se poate admite numai în cazuri obligate, cu acordul conducerii tehnice a operatorului de reţea şi cu respectarea următoarelor măsuri suplimentare:

- tensiunea LEA trebuie să fie mai mare sau egală cu 110 kV;
- învelitoarea acoperişului clădirii trebuie să fie neinflamabilă; în cazul învelitorilor metalice este necesară legarea lor la pământ.

Se va evita amplasarea stâlpilor LEA cu tensiuni de 110 kV şi mai mult în interiorul perimetrului circulat al curţilor. În cazuri obligate aceste amplasări sunt admise cu acordul proprietarului, în condiţiile legii.

Art. 181. Traversările şi apropierile LEA faţă de clădiri se tratează conform tabelului 32 (figura 16), cu excepţia clădirilor destinate instalaţiilor energetice care se tratează conform normativului PE 101.

XVI.9. Traversări, treceri şi apropieri faţă de poduri, baraje, diguri

Art. 182. Traversările, trecerile şi apropierile LEA faţă de poduri, baraje şi diguri se tratează conform tabelului 33 (figurile 17.a, 17.b şi 17.c).

Art. 183. Prin trecere se înţelege amplasarea LEA de-a lungul podurilor, digurilor sau barajelor.

Tabelul 32. Traversări şi apropieri faţă de clădiri.

Tipul clădirii	Traversări (conform subcapitolului XVI.8)							Apropieri	
	Tensiunea nominală a liniei	Măsuri de siguranţă şi protecţie	Distanţa între conductorul LEA în orice poziţie şi orice parte a clădirii [m]						
			Condiţii de calcul	Distanţa până la:					
				Simbol	Orice parte a clădirii	Simbol	Antena radio sau TV		
Clădiri locuite	$1\ kV < U_n < 110\ kV$	Se interzice trecerea LEA cu $1\ kV < U_n < 110\ kV$ peste clădiri locuite						Distanţe	Măsuri de siguranţă şi protecţie
	$U_n = 110\ kV$	La LEA: - Protecţie mărită conform art. 115. - Lanţuri duble de izolatoare. [1] La clădiri: - Acoperişurile metalice se vor lega la pământ.	Săgeata maximă	H_1	4,00	H_2	3,00	$d \geq D_{ma}$	Nu se iau dacă nu constituie zonă locuită
			Ruperea unui conductor într-o deschidere vecină	H_1	3,00	H_2	2,00	$d < D_{ma}$	Aceste apropieri se vor trata ca traversări
	$U_n = 220\ kV$		Săgeata maximă	H_1	5,00	H_2	4,00	d - distanţa între conductorul extrem al LEA, la deviaţia lui maximă şi cea mai apropiată parte a clădirii fără să constituie traversare. D_{ma} - distanţa minimă de apropiere având tabelul de mai jos:	
			Ruperea unui conductor într-o deschidere vecină	H_1	4,00	H_2	3,00		
	$U_n = 400\ kV$		Săgeata maximă	H_1	7,00	H_2	5,00		
			Ruperea unui conductor într-o deschidere vecină	H_1	5,00	H_2	4,00		
Clădiri nelocuite	$1\ kV < U_n < 110\ kV$	La LEA: - Nivel de izolaţie mărit conform art. 116. [1] - Interzicerea înnădirilor.	Săgeata maximă	H_1	3,00	-			
	$U_n = 110\ kV$		Săgeata maximă	H_1	3,00	-			
	$U_n = 220\ kV$		Săgeata maximă	H_1	4,00	-			
	$U_n = 400\ kV$		Săgeata maximă	H_1	6,00	-			

Tensiunea nominală a liniei	D_{ma} [m]	
	Clădiri locuite	Clădiri nelocuite
$1\ kV < U_n \leq 20\ kV$	3,00	3,00
$20\ kV < U_n \leq 110\ kV$	4,00	3,00
$U_n = 220\ kV$	5,00	4,00
$U_n = 400\ kV$	7,00	6,00

1) Exceptând cazurile în care sunt prevăzute lanţuri multiple, din considerente mecanice.

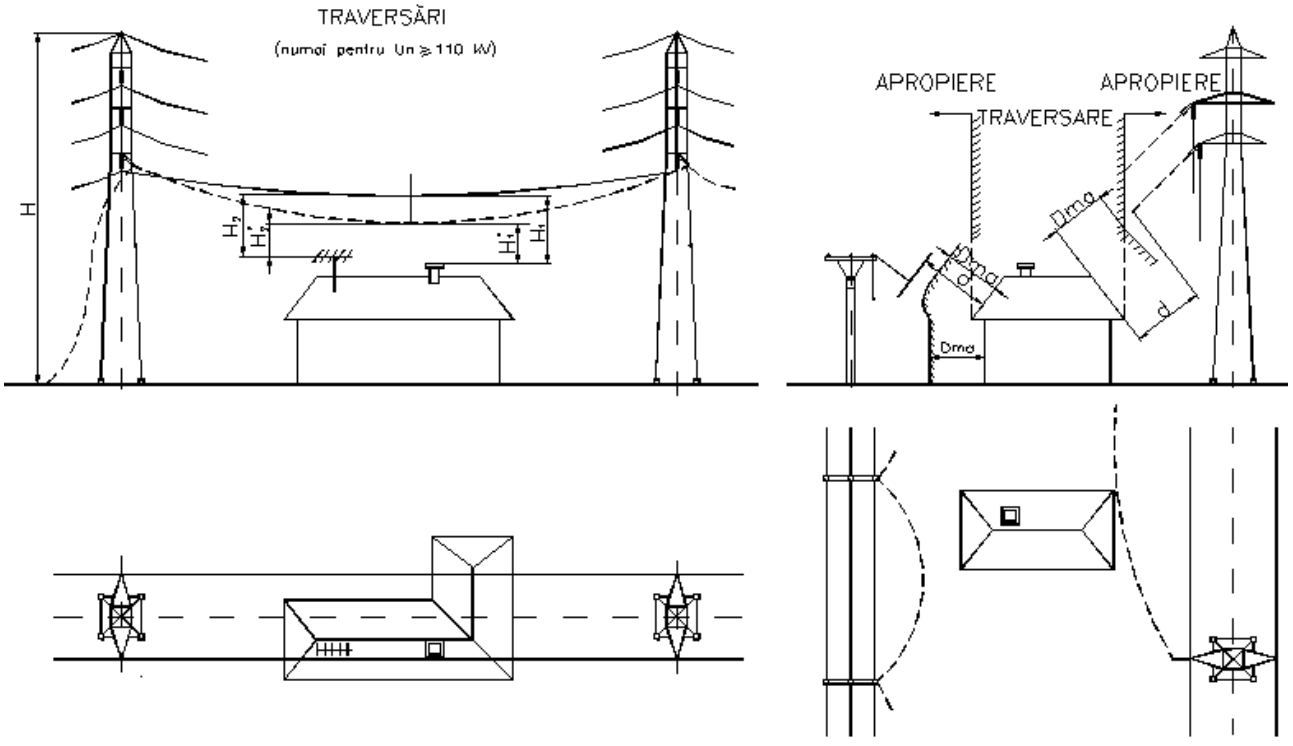


Figura 16. Traversări şi apropieri faţă de clădiri.

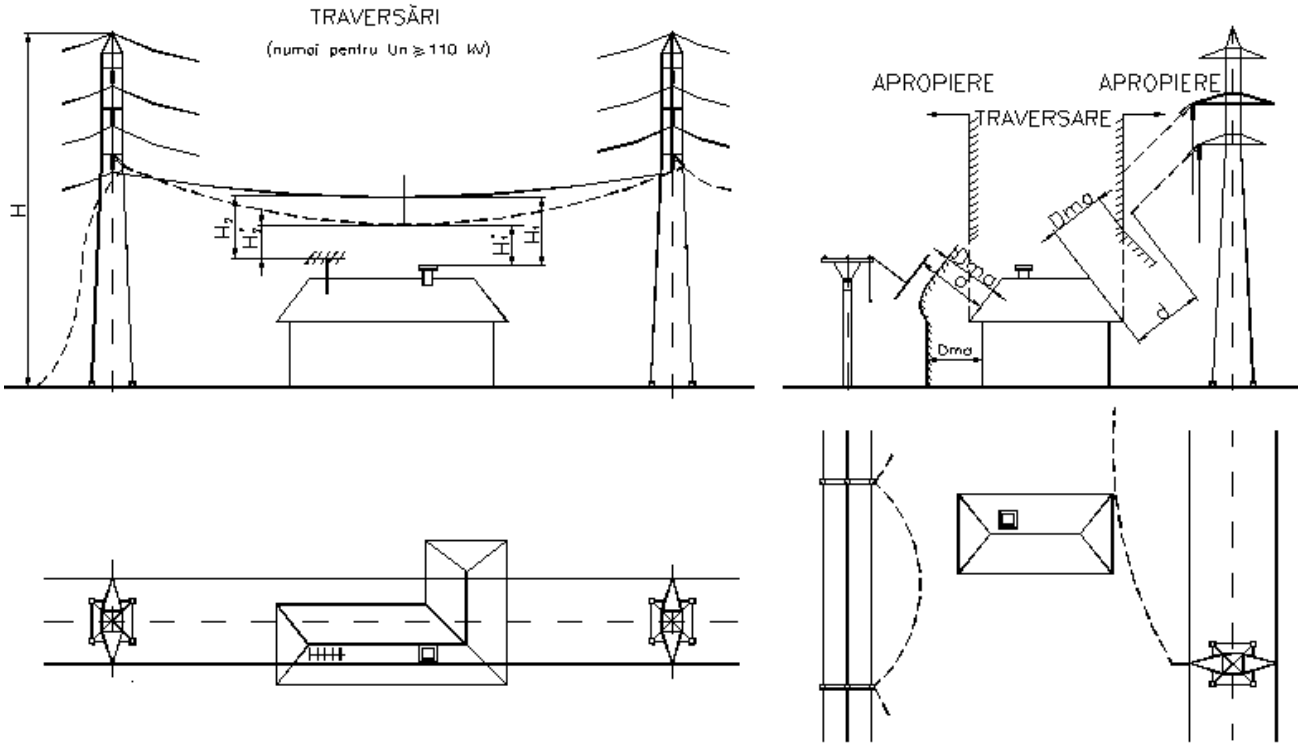


Figura 16. Traversări şi apropieri faţă de clădiri.

Tabelul 33. Traversări, treceri şi apropieri faţă de poduri, baraje şi diguri.

Tipul construcţiei		Traversări şi treceri							Apropieri	
		Traversări			Treceri [1]					
			Distanţe minime pe verticală (m)			Distanţe minime pe verticală (m)				
	Tensiunea nominală a liniei	Măsuri de siguranţă şi protecţie	Distanţa *h* între conductorul LEA la săgeată maximă şi partea circulată a podului, digului sau barajului	Distanţa *H* între conductorul LEA în orice poziţie şi orice parte a construcţiei	Măsuri de siguranţă şi protecţie	Distanţa *h* între conductorul LEA la săgeata maximă şi partea circulată a podului, digului sau barajului	Distanţa *H* între conductorul LEA în orice poziţie şi orice parte a construcţiei		Distanţe	Măsuri de siguranţă şi protecţie
Poduri	$U_n \leq 110$ kV	Funcţie de destinaţia podului (trafic feroviar, rutier sau circulaţie pedestră, etc.) se vor lua măsuri conform tabelelor 26, 27, respectiv 30.	7,00 [2]	3,00	- LEA se vor monta în afara limitelor de gabarit ale CF şi în afara zonelor carosabile sau cu pietoni. - Protecţie mărită conform art. 115. - Lanţuri duble de izolatoare[3], respectiv legături duble în cazul izolatoarelor suport. - Stâlpii de trecere de pe mal pe pod vor fi de tip întindere.	7,00 [2]	3,00			
	$U_n = 220$ kV		8,00 [2]	4,00		8,00 [2]	4,00		$d \geq D_{ma}$	-
									$d < D_{ma}$	Se vor trata ca treceri
	$U_n = 400$ kV		9,00 [2]	5,00		9,00 [2]	5,00		*d* - distanţa reală între conductorul extrem al LEA în orice poziţie şi orice parte a construcţiei. D_{ma} - distanţa minimă de apropiere egală cu: • 5,00 m ⇒ $U_n \leq 110$ kV; • 6,00 m ⇒ $U_n = 220$ kV; • 7,00 m ⇒ $U_n = 400$ kV.	
Diguri şi baraje — Accesibile circulaţiei autovehicolelor, fără a fi prevăzute cu drumuri deschise circulaţiei publice [4]	$U_n \leq 110$ kV	4)	6,00 [4]	3,00	4)	6,00 [4]	3,00			
	$U_n = 220$ kV		7,00 [4]	4,00		7,00 [4]	4,00			
	$U_n = 400$ kV		8,00 [4]	5,00		8,00 [4]	5,00			
Diguri şi baraje — Accesibile numai circulaţiei pedestre	$U_n \leq 110$ kV	-	5,00	3,00	-	5,00	3,00			
	$U_n = 220$ kV		6,00	4,00		6,00	4,00			
	$U_n = 400$ kV		7,00	5,00		7,00	5,00			

1) Prin trecere se înţelege, în sensul prezentului tabel, amplasarea LEA de-a lungul podurilor, digurilor sau barajelor. Ele sunt permise numai cu acordul autorităţilor competente.
2) Distanţa pe verticală până la calea ferată sau partea carosabilă a podului se ia conform tabelelor 26 şi 27, când conductorul în poziţie normală sau deviată, se situează deasupra perimetrului părţii circulate.
3) Exceptând cazurile când sunt prevăzute lanţuri multiple, din considerente mecanice.
4) Traversările sau trecerile LEA peste sau pe diguri sau baraje, pe care se desfăşoară o circulaţie permanentă de vehicule se tratează analog cu traversarea sau trecerea LEA peste sau pe poduri, atât din punctul de vedere al măsurilor de siguranţă, cât şi al distanţelor minime.

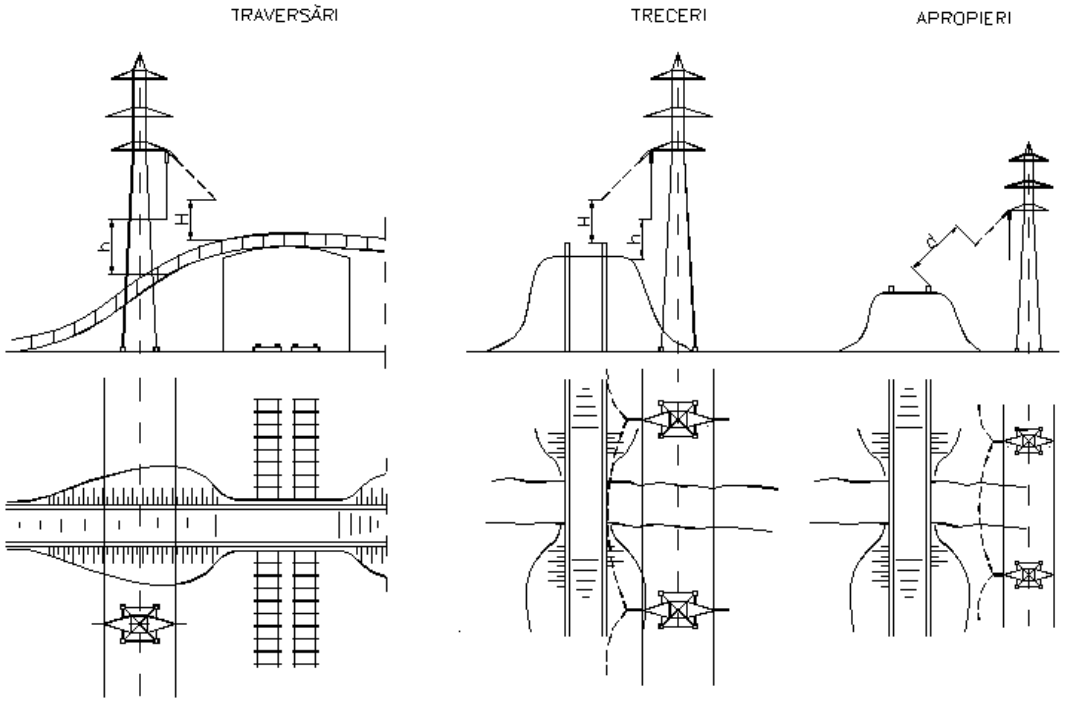


Figura 17.a. Traversări, treceri şi apropieri faţă de poduri

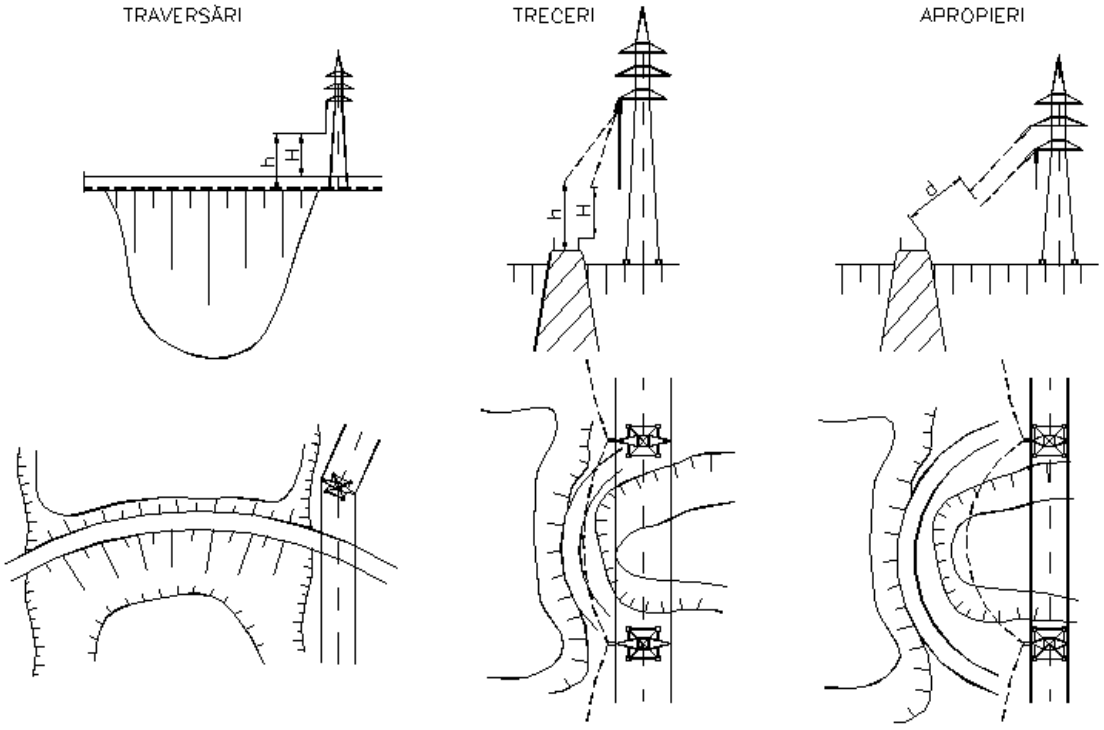


Figura 17.b. Traversări, treceri şi apropieri faţă de baraje.

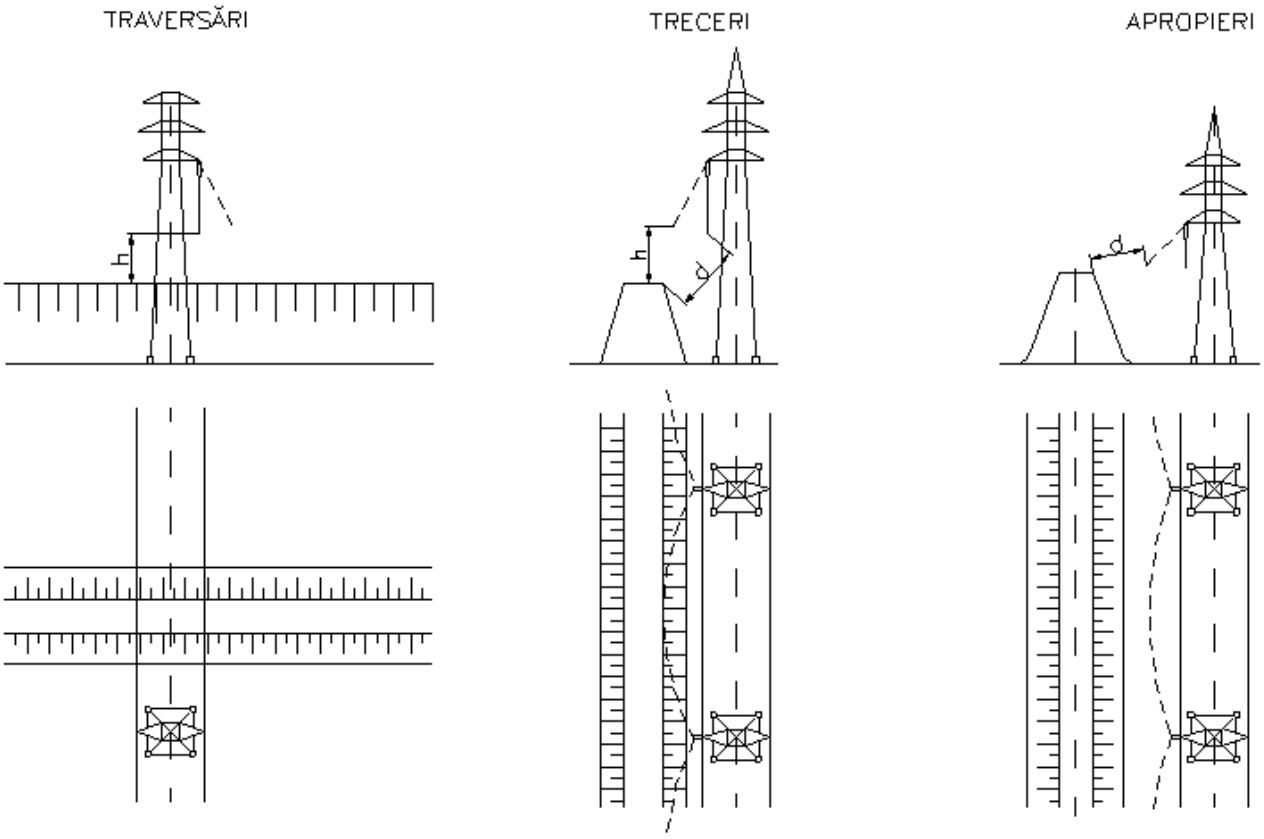


Figura 17.c. Traversări, treceri şi apropieri faţă de diguri.

XVI.10. Traversări şi apropieri faţă de ape şi cursuri de apă

Art. 184. Traversările şi apropierile faţă de ape şi cursuri de apă se tratează conform tabelului 34 (figura 18) şi ţinând seama de prevederile Legii Apelor nr. 107/96. În cazul traversărilor Dunării se aplică O.M.T. 494/04.09.92 - ”Regulamentul de navigaţie pe sectorul românesc al Dunării” şi Legea 528/17.07.2002 - ”Aprobarea O.G. 22/1999 privind administrarea porturilor şi a căilor navigabile şi desfăşurarea activităţilor de transport naval în porturi şi pe căi navigabile”.

Art. 185. Conform Ordinului M.T. nr.735 din 9 iunie 2015, privind „Reglementări aeronautice civile române privind stabilirea zonelor cu servituţi aeronautice civile şi a condiţiilor de avizare a documentaţiilor tehnice aferente obiectivelor din aceste zone sau din alte zone în care pot constitui obstacole pentru navigaţia aeriană şi/sau pot afecta siguranţa zborului pe teritoriul şi în spaţiul aerian al României RACR-ZSAC, ediţia 1/2015”, LEA cu înălţime peste 25 m care traversează principalele cursuri de apă de interes naţional vor fi balizate, după cum urmează:

• conductoarele superioare din deschiderea de traversare, cu balizaj de zi;

• stâlpii de traversare, cu balizaj de zi (vopsire), iar când înălţimea lor depăşeşte 45 m şi cu balizaj de noapte.

XVI.11. Traversari şi apropieri faţă de conducte subterane

Art. 186. În cazul traversărilor şi apropierilor LEA faţă de conducte subterane, distanţa de la cea mai apropiată fundaţie sau priză de pământ a unui stâlp LEA, până la conductă va fi de minimum 2,00 m, cu următoarele excepţii:

- pentru conductele subterane de fluide inflamabile (gaze, ţiţei, produse petroliere), distanţa minimă este de 5 m; ea poate fi redusă în cazuri obligate până la 2 m, cu acordul beneficiarului conductei;
- pentru conductele de transport de gaze inflamabile, în porţiunile de traseu în care aceste conducte sunt considerate de categoria a II-a din punctul de vedere al siguranţei, se respectă o distanţă egală cu înălţimea stâlpului deasupra solului; această distanţă poate fi redusă, în cazuri obligate, cu acordul beneficiarului conductei.

Art. 187. Pentru conductele de categoria I, situate în zone în care sunt prevăzute la construcţia lor măsuri constructive speciale de limitare a efectelor exploziilor, distanţele minime sunt cele de la aliniatul precedent;

- pentru conductele de irigaţii, conform subcap. XVI.20;
- pentru alte categorii de conducte întâlnite pe traseele liniilor, aparţinând diferiţilor beneficiari, distanţa se va stabili de comun acord cu autorităţile competente.

Art. 188. Armăturile metalice supraterane ale conductelor subterane (regulatoare, refulatoare, vane etc.) se tratează ca elemente de conducte supraterane.

XVI.12. Traversări şi apropieri faţă de instalaţii de extracţie de petrol şi gaze naturale

Art. 189. Se interzic traversările LEA peste instalaţiile de foraj şi extracţie de petrol şi gaze.

Art. 190. Se interzice apropierea axului LEA de orice parte a unei instalaţii de foraj şi extracţie, la o distanţă mai mică decât 1,5 x înălţimea deasupra solului a celui mai înalt stâlp din apropiere, faţă de limita zonei în care există mediu cu pericol de explozie.

Cazurile obligate, în care această distanţă nu se poate respecta, se vor trata de comun acord cu organele interesate, pe baza unui studiu de risc.

Tabelul 34. Traversări şi apropieri faţă de ape şi cursuri de ape

<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">Specificul cursurilor sau acumulărilor de apă</td><td colspan="4">Traversări</td><td rowspan="2">Apropieri</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Măsuri de siguranţă şi protecţie [1]</td><td colspan="3">Distanţe minime (m)</td></tr>
<tr><td colspan="3">Distanţa pe verticală, H, între conductorul inferior al LEA la săgeata maximă şi nivelul maxim al apei cu asigurare 1% [m]</td><td>Distanţa pe orizontală, D, între axul LEA şi mal (m)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>U_n≤110 kV</td><td>U_n=220 kV</td><td>U_n=400 kV</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Nenavigabile</td><td>- În zonele localităţilor şi în zonele amonte ale lucrărilor hidrotehnice, dispuse transversal pe albie.</td><td rowspan="2">-</td><td>7,00</td><td>8,00</td><td>9,00</td><td rowspan="2">Nu se impune</td></tr>
<tr><td>- În celelalte zone.</td><td>5,00</td><td>6,00</td><td>7,00</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Navigabile</td><td>- Care permite navigaţia maritimă.</td><td rowspan="5">- Protecţie mărită conform art. 115.
- Lanţuri duble de izolatoare, respectiv legături duble, în cazul izolatoarelor suport. [2]
- Locurile de traversare se vor marca cu semne speciale, conform prescripţiilor navigaţiilor civile.</td><td rowspan="5">G + 1,00 [3]</td><td rowspan="5">G + 2,00 [3]</td><td rowspan="5">G + 4,00 [3]</td><td rowspan="5">Se aplică prevederile coloanei “Distanţei minime pentru apropieri” din tabelul 26.a, utilizând în locul noţiunii de “limita amprizei drumului” noţiunea de “plan vertical la malul apei”.</td></tr>
<tr><td>- Cu navigaţie fluvială</td></tr>
<tr><td>- Râuri şi canale navigabile cu trafic intens.</td></tr>
<tr><td>- Râuri şi canale navigabile cu trafic redus.</td></tr>
<tr><td>- Lacuri de acumulare.</td></tr>
</table>

1) Marile traversări se tratează de la caz la caz, luându-se măsuri de siguranţă şi creşterea nivelului de izolaţie, fiind aplicabil art. 117.

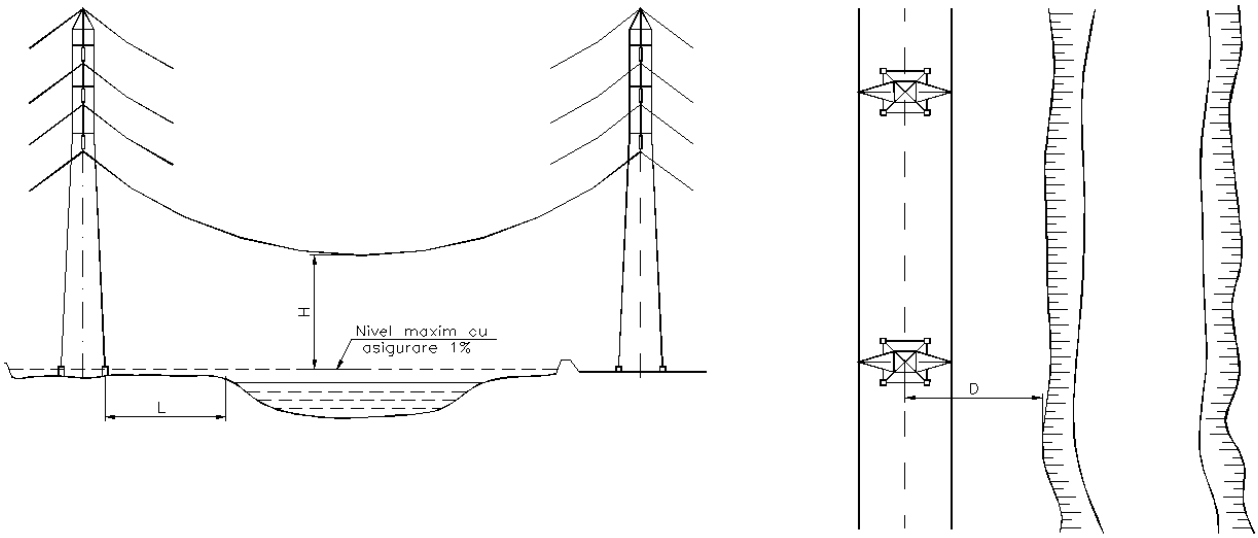
2) Exceptând cazurile când sunt prevăzute lanţuri multiple, din considerente mecanice.

3) G este gabaritul de liberă trecere al navelor; se stabileşte în funcţie de specificul navigaţiei, de comun acord cu autorităţile competente.

Observaţie:

În anumite situaţii, autorităţile competente pot să impună gabarite minime în dreptul canalului navigabil şi nu în dreptul punctului de săgeată maximă.

Figura 18. Traversări şi apropieri faţă de ape şi cursuri de apă.



XVI.13. Traversări si apropieri faţă de benzi transportoare

Art. 191. Traversările şi apropierile faţă de benzile transportoare se tratează prin asimilare cu prevederile tabelului 29.a: "Traversări şi apropieri faţă de conductele supraterane de fluide neinflamabile", atât din punct de vedere al măsurilor de siguranţă, cât şi al distanţelor minime (figura 14.).

XVI.14. Traversări şi apropieri faţă de depozite şi clădiri cu substanţe inflamabile, cu pericol de explozie sau incendiu

Art. 192. Se interzic traversările LEA peste depozite deschise de substanţe inflamabile, precum şi peste depozite închise de substanţe cu pericol de explozie şi incendiu.

Art.193. În cazul apropierii LEA de depozitele cu substanţe combustibile sau cu pericol de explozie sau de incendiu se respectă următoarele distanţe minime pe orizontală între axul LEA şi orice parte a depozitului (instalaţiei):

- pentru depozite deschise cu substanţe combustibile solide: înălţimea deasupra solului a celui mai înalt stâlp din apropiere, plus 3 m;

- pentru depozite de lichide sau gaze combustibile: 1,5 x înălţimea deasupra solului a celui mai înalt stâlp din apropiere;
- pentru depozite şi instalaţii cu pericol de explozie sau incendiu, precum şi depozitele de muniţii: 1,5 x înălţimea deasupra solului a celui mai înalt stâlp din apropiere.

XVI.15. Traversări şi apropieri faţă de aeroporturi

Art. 194. Se interzice traversarea cu LEA peste aeroporturi.

Art. 195. La apropierea LEA de aeroporturi se iau măsurile prevăzute în legislaţie şi se respectă condiţiile impuse prin avizele autorităţilor de specialitate.

XVI.16. Traversări şi apropieri faţă de instalaţiile de emisie şi recepţie de telecomunicaţii prin înaltă frecvenţă

Art. 196. Se interzic traversările LEA peste instalaţiile de telecomunicaţii prin înaltă frecvenţă (radio, televiziune etc.).

Art. 197. Apropierile LEA faţă de instalaţiile de telecomunicaţii prin înaltă frecvenţă
se vor trata de comun acord cu organele interesate.

XVI.17. Traversări şi apropieri faţă de terenurile de sport și zonele de agrement

Art. 198. Se interzic traversările LEA peste terenurile de sport și zonele de agrement. În cazuri excepționale, de comun acord cu organele interesate, LEA noi pot traversa terenurile de sport și zonele de agrement, cu realizarea tuturor măsurilor de protecție rezultate în urma studiilor de risc.

Art. 199. Nu este permisă amplasarea de terenuri de sport sau zone de agrement în zona de siguranță și protecție a LEA. Apropierile LEA noi faţă de terenurile de sport și zonele de agrement se vor trata de comun acord cu organele interesate.

XVI.18. Traversări şi apropieri faţă de parcaje auto construite pe platforme în aer liber

Art. 200. Traversările peste parcaje auto construite pe platforme în aer liber se evită.

În cazuri obligate, se tratează ca traversări ale drumurilor respective. Prin cazuri obligate în accepţia normei tehnice se înţeleg doar situaţiile în care se proiectează şi se execută o LEA care traversează un parcaj auto, nu şi acelea în care se doreşte a se instala un parcaj auto sub o LEA existentă.

Art. 201. Apropierile de parcaje auto construite pe platforme în aer liber se tratează ca apropieri faţă de drumurile respective.

XVI.19. Traversări şi apropieri faţă de terenuri normale şi terenuri accidentate

Art. 202. Prin terenuri normale se înţeleg terenurile în afara zonelor locuite, accesibile fie transporturilor şi maşinilor agricole (exceptând drumurile), fie numai circulaţiei pedestre.

Distanţele minime între conductoarele LEA şi suprafaţa terenurilor normale sunt cele prevăzute în tabelul 35.

La proiectarea, reabilitarea, reparația, consolidarea și construcția LEA amplasate în terenuri normale, se va asigura un nivel maxim al valorilor câmpului electric și magnetic în conformitate cu prevederile NTE 001/03/00.

Art. 203. Prin terenuri accidentate se înţeleg terenurile accesibile numai circulaţiei pedestre sau total inaccesibile (stânci abrupte, faleze).

Distanţele minime în teren accidentat, de la conductoarele în poziţie deviată

sub acţiunea vântului, la pantele terenului, la povârnişurile stâncilor etc. sunt cele indicate în tabelul 35.

Tabelul 35. Traversări şi apropieri faţă de terenuri.

Caracteristicile zonei traversate de linii	Tensiunea nominală a liniei, U_n (kV)			
	$1 < U_n \leq 20$	110	220	400
	Distanţa minimă (m)			
Terenuri din afara zonelor locuite, accesibile transporturilor şi maşinilor agricole, drumuri de utilitate privată.	6,00	6,00	7,00	8,00
Zone accesibile numai circulaţiei pedestre	4,50	5,00	6,00	7,00
Zone neaccesibile circulaţiei pedestre (stânci abrupte, faleze).	2,50	3,00	4,00	5,00

XVI.20. Traversări şi apropieri faţă de instalaţii de îmbunătăţiri funciare

XVI.20.1. Încrucişarea liniilor electrice aeriene cu lucrări şi instalaţii de îmbunătăţiri funciare

Art. 204. Încrucişarea liniilor electrice aeriene peste 1 kV cu lucrările şi instalaţiile sistemelor de îmbunătăţiri funciare se realizează prin trecerea liniilor electrice peste acestea (traversare).

Art. 205. La traversarea liniilor electrice aeriene peste conducte supraterane fixe şi mobile, canale sau jgheaburi se respectă măsurile prevăzute în tabelul 36.

Art. 206. La traversarea LEA peste conducte îngropate de orice fel pentru transportul apei se respectă următoarele:

a) Distanţa minimă pe orizontală între marginea fundaţiei stâlpului cel mai apropiat şi marginea conductei metalice sau din beton armat, traversarea este de minimum 10 m pentru LEA cu tensiuni de (1 ÷ 60) kV inclusiv şi 40 m pentru LEA cu tensiuni de (110 ÷ 400) kV inclusiv.

b) Distanţa minimă pe orizontală între marginea fundaţiei stâlpului LEA cel mai apropiat şi marginea cea mai apropiată a conductelor din azbociment sau p.v.c. este de 6 m.

c) În incinta staţiilor de pompare în condiţiile existenţei construcţiilor metalice îmbinate prin sudură (între tronsoane) distanţa minimă între marginea fundaţiei stâlpului LEA şi conducta metalică îngropată poate fi redusă la minimum 3 m pentru LEA cu tensiune până la 20 kV inclusiv.

d) În zonele aflate sub LEA plus 10 m de o parte şi de alta faţă de fazele extreme nu se admit instalaţii supraterane pe conducte (hidranţi, dispozitive antişoc, vane, supape de dezaerisire, gură de vizitare etc.).

Art. 207. Nu este admisă utilizarea sub LEA peste 1 kV a instalaţiilor de udare mobilă cu gabarite faţă de sol de peste 3 m.

Art. 208. Nu se recomandă încrucişări ale LEA peste 1 kV cu conducte de udare sau cu instalaţii de udare mobile, cu gabarite faţă de sol până la 3,0 m.

În situaţii bine justificate, când evitarea încrucişării ar duce la cheltuieli exagerate pentru sistemul de irigaţii sau pentru construcţia şi exploatarea LEA, măsurile care se iau sunt cele prevăzute în art. 205.

Tabelul 36. Traversarea LEA peste conducte supraterane fixe şi mobile, canale şi jgheaburi

Nr. crt.	Denumirea elementelor liniei	Condiţii impuse		
1.	Conductoare active şi de protecţie	a) Conductoarele funie vor avea secţiunea minimă de 25 mm^2 b) Tracţiunea în conductoare: normală		
2.	Izolatoare, cleme, armături	Nu se prevăd condiţii speciale		
3.	Stâlpi	Nu se prevăd condiţii speciale		
4.	Unghiul de încrucişare	Nu se normează		
5.	**Distanţe minime:**	CANALE		
	a) pe verticală la săgeata maximă a conductorului (în metri)	accesibile numai circulaţiei pedestre	accesibile circulaţiei autovehicule fără a fi drumuri publice	conducte supraterane fixe şi mobile instalaţii mobile de udare şi jgheaburi
	1 kV < Un ≤ 20 kV	5,00	6,00	3,50
	25 kV≤ Un ≤ 110 kV	5,00	6,00	4,00
	Un = 220 kV	6,00	7,00	5,00
	Un = 400 kV	7,00	8,00	6,00
	b) pe orizontală	Distanţa minimă între marginea fundaţiei stâlpului cel mai apropiat al LEA şi marginea taluzului canalului din pământ sau căptuşite cu beton nearmat este: • 6 m pentru LEA cu Un = (1 ÷ 25) kV; • 10 m pentru LEA cu Un = (35 ÷ 110) kV; • 15 m pentru LEA cu Un = (220 ÷ 400) kV. Pentru jgheaburi sau conducte supraterane din beton armat sau metalice traversate de LEA cu tensiuni peste 1 kV punctul de traversare va fi în prima treime a deschiderii dintre stâlpi, dar nu la distanţe mai mici faţă de stâlp, decât: • 6 m pentru LEA cu Un = (1 ÷ 25) kV; • 10 m pentru LEA cu Un = (35 ÷ 60) kV; • 20 m pentru LEA cu Un = (110 ÷ 400) kV.		

Notă:

1. Distanţa pe verticală de la punctul 5.a se măsoară de la următoarele cote:

• la canale în debleu, de la cota terenului;

• la canale în rambleu de la cota coronamentului;

• la jgheaburi şi conducte de la peretele superior;

• la instalaţiile de udare mobile de la punctul cel mai înalt al instalaţiei.

2. În cazul canalelor navigabile se respectă valorile din tabelul 34.

3. Traversările sau trecerile LEA peste canale pe care se desfăşoară o circulaţie permanentă de vehicule se tratează analog cu traversarea sau trecerea LEA peste sau pe poduri, atât din punct de vedere al măsurilor de siguranţă, cât şi al distanţelor minime (tabelul 33).

4. Pentru cazurile în care se adoptă gabarite corespunzătoare numai circulaţiei pedestre se introduc prin proiect bariere pentru oprirea circulaţiei autovehiculelor pe coronamentul canalului.

XVI.20.2. Paralelismul între liniile electrice aeriene cu lucrările şi instalaţiile de îmbunătăţiri funciare

Art. 209. Amplasarea LEA cu tensiunea până la 20 kV în zonele cu lucrări de îmbunătăţiri funciare se face, de regulă, de-a lungul şi în imediata apropiere a căilor de comunicaţii, a digurilor şi a canalelor de irigaţii şi desecări.

Art. 210. Zona de protecţie a canalelor de irigaţie şi desecări se denumeşte

zona delimitată de stâlpii LEA şi piciorul taluzului canalului necesară pentru asigurarea stabilităţii LEA şi a protecţiei persoanelor şi animalelor împotriva tensiunilor accidentale care se pot transmite de la LEA.

Atunci când, pentru asigurarea accesului de-a lungul canalului sau asigurarea execuţiei lucrărilor de întreţinere sau intervenţie, la canal sunt necesare drumuri sau platforme de lucru, acestea se amplasează de regulă în zona de protecţie. În aceste situaţii, lăţimea zonei de protecţie a canalului se stabileşte ţinând cont de gabaritele autovehiculelor sau de asigurarea execuţiei lucrărilor la canal cu utilaje de construcţii mobile în condiţii de securitate deplină.

Zona de protecţie a canalului se stabileşte prin proiect pentru fiecare obiectiv în parte, ţinând seama de tipul canalului, zona de lucru necesară pentru execuţia lucrărilor de îmbunătăţiri funciare, natura terenului şi tensiunea liniei.

În funcţie de tipul de canal şi utilajul folosit şi prevăzut, lăţimea zonei de protecţie a canalului poate fi de cel mult 20 m.

Art. 211. În cazul paralelismului între LEA peste 1 kV cu canale deschise, lăţimea minimă a zonei de protecţie a canalului pentru asigurarea stabilităţii LEA şi a evitării transmiterii tensiunilor accidentale la instalaţiile de îmbunătăţiri funciare va fi de:

• 6 m pentru LEA cu Un = (1 ÷ 25) kV;
• 10 m pentru LEA cu Un = (35 ÷ 60) kV;
• 20 m pentru LEA cu Un = (110 ÷ 400) kV.

Art. 212. În cazul terenurilor sensibile la înmuiere, lăţimea zonei de protecţie a canalului se stabileşte pe baza referatului geologic-geotehnic, fără a fi mai mică de 6 m.

Lungimea paralelismului nu este limitată.

Art. 213. În cazul paralelismului între LEA peste 1 kV cu conducte îngropate sau supraterane de orice fel, distanţa între marginea conductei şi fundaţia stâlpilor va fi de 15 m.

În cazul conductelor supraterane metalice, atunci când distanţa de 15 m faţă de LEA cu tensiuni de (110 ÷ 400) kV nu asigură cel puţin condiţiile indicate în STAS 2612-87 privind tensiunile induse, soluţiile de reducere a influenţelor în conductă prin cuplaj cu LEA vor fi justificate tehnico-economic.

Art. 214. În cazul conductelor îngropate de orice fel nu se limitează lungimea de paralelism cu LEA peste 1 kV.

În cazul paralelismului între LEA peste 1 kV cu conducte metalice supraterane fixe sau de udare amplasate în zona de 50 m de o parte şi de alta a LEA, se verifică suplimentar faţă de prevederile art. 211, ca lungimea

paralelismului să nu depăşească 300 m în cazul LEA cu tensiuni până la 60 kV şi 175 m la LEA cu tensiuni peste 60 kV.

În situaţiile în care nu este posibil din considerente constructive limitarea paralelismului la 300 m respectiv 175 m, se prevede legarea conductei cel puţin la capetele lungimii de paralelism la o priză artificială de pământ cu rezistenţă de maximum 10 ohmi.

Art. 215. În situaţiile în care conductele metalice supraterane fixe sau de udare sunt în afara zonei de 50 m de o parte şi de alta a unei LEA (măsurată faţă de proiecţia pe orizontală a conductorului cel mai apropiat şi marginea conductei), nu este necesar a se lua măsuri speciale indiferent de lungimea paralelismului între ele.

XVI.20.3. Irigarea zonelor apropiate de liniile electrice aeriene cu tensiuni
peste 1 kV

La construcţia unei LEA noi pentru asigurarea coexistenţei cu sistemul de îmbunătaţiri funciare existent sau în cazul de construire a sistemelor de îmbunătăţiri funciare în zona culoarului de trecere a LEA existente se ţine seama de prevederile de mai jos.

Art. 216. Se consideră zonă apropiată de LEA, zona cuprinsă pe porţiunea de 50 m, măsurată faţă de proiecţia pe orizontală a conductoarelor fazelor extreme de o parte şi de alta, de-a lungul liniei electrice.

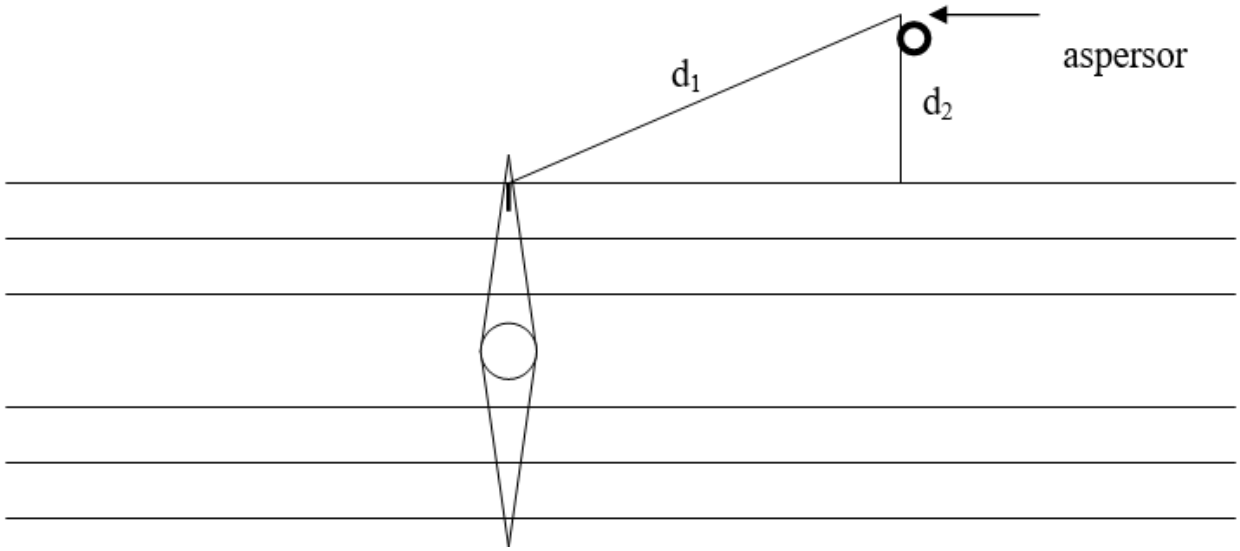
Art. 217. În zonele amenajate pentru irigaţii prin scurgere la suprafaţă (brazde, fâşii sau submersiune) nu se iau de regulă măsuri speciale în cazul traversărilor sau apropierilor cu LEA peste 1 kV, cu excepţia amenajărilor cu condute de udare din aluminiu (tip EUBA), în care caz traversările şi apropierile acestora cu LEA peste 1 kV se tratează conform art. 218.

Art. 218. În zonele cu amenajări pentru irigaţii prin aspersiune, în zona de apropiere LEA se iau următoarele măsuri:

a. nu se amplasează aspersoare în zona de protecţie a LEA;

b. distanţele minime de amplasare între cel mai apropiat aspersor şi elementele LEA definite prin distanţele d1 şi d2 (conform figurii) sunt alese în conformitate cu tabelul 37.

Figura 20. Distanţe minime de amplasare a unui aspersor



Distanţele minime de amplasare a unui aspersor d1 şi d2 se definesc după cum urmează:

• d_1 – distanţa pe orizontală între aspersor şi proiecţia pe orizontală a izolatorului extrem al LEA;

• d_2 – distanţa pe orizontală între aspersor şi proiecţia pe orizontală a conductorului extrem al LEA.

Notă:

În cazul unor aspersoare de tip nou, cu alte caracteristici decât cele din tabelul 37, distanţele d1 şi d2 se determină astfel:

1) distanţa d_1 se determină având în vedere ca jetul aspersorului să nu ajungă la izolaţia LEA în nici o situaţie, cu o distanţă de siguranţă de (3 ÷ 4) m;

2) distanţa d_2 se alege din tabelul 37 corespunzător tensiunii nominale a LEA şi balisticii jetului aspersorului.

Art. 219. La utilizarea instalaţiilor de udare mobile se ţine cont de următoarele:

• la amplasarea acestor instalaţii în zona apropiată de LEA (definită în articolul 220) se va evita paralelismul între acestea si LEA care să depăşească 175 m – în cazul LEA cu tensiunea de 110 kV sau mai mare, respectiv 300 m cu LEA cu tensiuni până la 110 kV inclusiv;

• distanţele minime de amplasare ale aspersoarelor montate pe instalaţia de udare mobilă – în poziţia de maximă apropiere a instalaţiei cu LEA – sunt cele indicate în tabelul 37 ;

• se interzice deplasarea instalaţiilor de udare mobile in culoarul de trecere (funcţionare) a LEA.

Art. 220. Manipularea şi manevrarea conductelor de udare, tronsoanelor sau a aspersoarelor la operaţiunile de montare-demontare în zona apropiată de LEA (definită în art. 216) se execută numai cu personal special instruit pentru aceste operaţii.

La executarea acestor lucrări se respectă în mod obligatoriu următoarele măsuri:

• înainte de începerea operaţiilor deservantul se asigură de existenţa tuturor conductoarelor LEA din zona de lucru în poziţia suspendată normală. În cazul când un conductor este căzut la pământ sau are săgeţi evident mărite, este interzisă intrarea în zona de apropiere cu LEA, precum şi executarea oricăror lucrări. Se iau măsuri

de anunţare imediată a întreprinderii de exploatare a LEA şi numai cu acordul şi sub supravegherea personalului de exploatare al LEA se pot face manipulări sau manevre în instalaţiile de irigaţie din zona apropiată de LEA.

Notă:

• Se instruiesc deservanţii asupra pericolului de apropiere la o distanţă mai mică de 20 m faţă de un conductor al LEA căzut la pământ din cauza tensiunilor de pas periculoase care apar în astfel de situaţii.

• În zona de protecţie a LEA peste 1 kV, plus 10 m de o parte şi alta, se interzice ridicarea de la sol a conductelor, tronsoanelor sau aspersoarelor la o înălţime mai mare de 1 m sau încărcarea acestora în autovehicule. Manipularea conductelor, tronsoanelor sau a aspersoarelor se face menţinând în mod obligatoriu contactul acestora cu solul în cel puţin un punct (prin târâre).

• În cazul LEA cu tensiunea de 400 kV se interzice manipularea conductelor, tronsoanelor sau a aspersoarelor în interiorul culoarului de trecere (funcţionare).

Tabelul 37. Distanţe minime de amplasare între aspersor şi LEA peste 1 kV

Nr. crt.	Tipul aspersorului	Caracteristica aspersorului d_1/d_2									
		Înalţimea maximă a aspersorului faţă de sol [m]	Diametrul duzei [mm]	Presiune de lucru [bari]	Raza de lucru maximă [m]	Înălţimea maximă a jetului faţă de sol [m]	20 kV	33 ÷ 60 kV	110 kV	220 kV	400 kV
1.	ASJ–1; ASJ–1M	2	5 ÷ 8	2,5 ÷ 4,5	20	7	6	8	20	20	20
							6	8	10	12	14
2.	ASM - 1	2	8,5÷ 11,5	2,5 ÷ 4,5	22,5	8	6	8	25	25	25
							6	8	10	12	14
		3			24,5	9	20	20	25	25	25
							6	8	10	12	14
3.	ASM-2	2	6,3÷ 14,5	4 ÷ 5	32,5	14,5	30	30	30	30	30
							7	9	11	13	15
		3			34,5	15,5	35	35	35	35	35
							7	9	11	13	15
4.	ASM - 4	2	4 ÷ 20	5 ÷ 8	42	10,5	40	40	40	40	40
							8	10	12	14	16
		3			44	11,5	45	45	45	45	45
							8	10	12	14	16
5.	ASM - 5	2	5 ÷ 32	5 ÷ 8	57,5	14,5	50	50	50	50	50
							10	12	14	16	18
		3			59,5	15,5	55	55	55	55	5
							10	12	14	16	18

XVI.21. Paralelismul între liniile electrice aeriene cu lucrările şi turbine eoliene

La construcţia unei LEA noi pentru asigurarea coexistenţei cu turbinele eoliene sau în cazul construirii de turbine eoliene în zona culoarului de trecere a LEA existente se ţine seama de prevederile de mai jos.

Art. 221. Intre axul turbinei eoliene și cel mai apropiat conductor al liniei electrice aeriene aflat în poziție nedeviată (fără vânt), se va respecta o distanță de apropiere minimă (Dae) va fi considerată ca valoarea maximă calculată conform uneia din formulele de mai jos.

$$Dae = Hp + 0,5*De + 3m, \text{ sau} \quad (XVI.1)$$

$$Dae = 3*De$$

în care:

Hp înălţimea de la sol la rotorul turbinei eoliene

De diametrul elicei rotorului turbinei

Suplimentar, elicea turbinei eoliene aflată în poziția cea mai defavorabilă nu trebuie să intersecteze culoarul de trecere (de functionare) al liniei electrice aeriene.

XVI.22. Traversări și apropieri față de panouri fotovoltaice

Art. 222. La construcţia unei LEA noi pentru asigurarea coexistenţei cu panourile fotovoltaice sau în cazul construirii de panouri fotovoltaice în zona culoarului de trecere a LEA existente se ţine seama de prevederile de mai jos.

Prezența panourilor fotovoltaice în culoarul de funcționare a LEA este permisă cu respectarea unei distanțe de apropiere minime (Daf), măsurată de la limita cea mai apropiată a fundației stâlpului LEA și calculată conform:

$$Daf = Hst + 3m \quad (XVI.2)$$

în care:

Hst înălţimea de la sol a stâlpului LEA cel mai apropiat

Celelalte măsuri necesare pentru asigurarea coexistenței LEA cu panourile fotovoltaice se realizează prin respectarea celor din tabelului 38.

Tabelul 38. Măsuri pentru realizarea coexistenței LEA cu panourile fotovoltaice

Tensiunea nominală a liniei		Măsuri de siguranţă şi protecţie	Distanţa minimă pe verticală între conductorul inferior al LEA la săgeata maximă şi:	
			sol	partea superioară a panoului fotovoltaic
			h (m)	H (m)
1 kV < U_n ≤ 110 kV	Linii echipate cu izolatoare suport	- Deschiderile reale ale stâlpilor la încărcări din vânt şi la încărcări verticale nu vor depăşi 90% din cele de dimensionare ale stâlpilor. - Nivelul de izolaţie se va mări conform tabelului 19 [1], iar izolatoarele vor fi de tip nestrăpungibil. - Secţiuni minime de conductoare conform art. 115 (tabel 18). - Legături duble.	6,00	3,00
	Linii echipate cu lanţuri de izolatoare	- Protecţie mărită conform art. 115, excluzându-se măsura interzicerii înnădirilor şi măsurile referitoare la stâlpi şi cleme cu blocarea conductorului. - Nivelul de izolaţie mărit, conform tabelului 19 [2]. - legarea la pământ a părţilor metalice a panourilor fotovoltaice		
U_n = 220 kV			7,00	4,00
U_n = 400 kV			8,00	5,00

1) În cazul în care nu se poate mări nivelul de izolaţie, stâlpii se leagă la pământ. Condiţiile de legare la pământ trebuie să fie cel puţin cele indicate în SR EN 61140:2002 şi ”Normativ privind proiectarea, execuția și exploatarea instalațiilor electrice aferente clădirilor, Indicativ I7/2011” pentru zone cu circulaţie frecventă.
Nu se aplică această prevedere, dacă se îndeplineşte una din următoarele condiţii: reţeaua funcţionează cu nulul legat la pământ sau stâlpul se află la cel puţin 2 m faţă de spaliere.
2) Exceptând cazul în care sunt prevăzute lanţuri multiple, din considerente mecanice.

XVI.23. Traversări și apropieri față de stații de carburanți

Art. 223. La construcţia unei LEA noi pentru asigurarea coexistenţei cu stațiile de carburanți se ţine seama de prevederile de mai jos.

Pentru instalațiile, subterane sau supraterane, din cadrul stațiilor de carburanți destinate transportului sau stocării lichidelor sau gazelor inflamabile, se tratează prin asimilare cu prevederile combinate ale capitolelor XVI.5, XVI.6, XVI.8, XVI.11, XVI.12, XVI.14 ȘI XVI.18, atât din punct de vedere al măsurilor de siguranţă, cât şi al distanţelor minime.

Construcția de stații de carburanți în zona de siguranță și protecție a LEA existente este interzisă.

ANEXA 1 - Prescripţii Energetice (*) şi alte reglementări menţionate în normativ

PE 101/85	Normativ pentru construcţia instalaţiilor electrice de conexiuni şi transformare cu tensiuni peste 1 kV.

PE 103/92	Instrucţiuni pentru dimensionarea şi verificarea instalaţiilor electroenergetice la solicitări mecanice şi termice, în condiţiile curenţilor de scurtcircuit.
PE 105/90	Metodologie pentru dimensionarea stâlpilor metalici ai liniilor electrice aeriene.
NTE 007/08/00	Normativ pentru proiectarea şi executarea reţelelor de cabluri electrice.
NTE 001/03/00	Normativ privind alegerea izolaţiei, coordonarea izolaţiei şi protecţia instalaţiilor electroenergetice împotriva supratensiunilor.
NTE 003/04/00	Normativ pentru construcţia liniilor aeriene de energie electrică cu tensiuni peste 1000 V.
PE 101A/2009	Instrucțiuni privind stabilirea distanțelor normate privind amplasarea instalațiilor energetice cu tensiunea peste 1 kV în raport cu alte construcții.
PE 116/94	Normativ de încercări şi măsurători la echipamente şi instalaţii electrice.
PE 122/87	Prescriptii generale de proiectare a rețelelor electrice.
PE 125/89	Instrucţiuni privind coordonarea coexistenţei instalaţiilor electrice de 1÷750 kV cu liniile de telecomunicaţii.
PE 127/83	Regulament de exploatare tehnică a liniilor electrice aeriene.
PE 152/90	Metodologie de calcul a fundaţiilor LEA peste 1000 V.
ID17 Ministerul Industriei Chimiei şi Petrochimiei	Normativ pentru proiectarea, execuţia, verificarea şi recepţionarea de instalaţii electrice în zone cu pericol de explozie.
C 170/2007	Normativ privind protecția anticorozivă a elementelor din beton armat și beton precomprimat situate în medii agresive atmosferice.
M 34/80	Norme tehnice privind zonele de siguranţă ale terenurilor de aeronautică, elaborate de departamentul Aviaţiei Civile.
ILI-Ip4/17-2012	Îndrumar de proiectare și execuție pentru linii electrice aeriene de medie tensiune cu cabluri torsadate cu sau fără fir purtător.
1RE-Ip30	Indreptar de proiectare și execuție a instalațiilor de legare la pământ
1LI – Ip 28 – 94	Indreptar de proiectare privind condițiile de coexistență a liniilor de energie electrică cu liniile de telecomunicații.
1LI-Ip38	Indreptar pentru proiectarea LEA de IT. Apropieri și traversari ale LEA 110-400 kV față de alte instalații.
3RE-Ip41-92	Instrucțiuni de proiectare și exploatare privind protecția împotriva influențelor datorate apropierilor dintre LEA.
1L1-Ip-91	Indreptar de proiectare pentru fundațiile LEA de înaltă tensiune.

1.E-Ip 38/89	Indreptar pentru folosirea suprafețelor de teren necesare pentru termocentrale, rețele electrice și rețele de termoficare.
1.LJ-Ip 33-83	Instrucțiuni de proiectare și construcții a LEA de 110-220-400 kV în zone cu fenomene meteorologice intense.
1.LI – Ip 42-91	Indreptar de proiectare pentru fundațiile de înaltă tensiune.
1.LI – Ip 43-85	Indreptar de proiectare a LEA de I.T. Dispoziții constructive ale lanțurilor de izolatoare pentru LEA de 110-750 kV în diferite zone de poluare și cu diferite tipuri de izolatoare.
1.LI – Ip 48-86	Indreptar de proiectare a LEA de I.T. Dispoziții constructive ale lanțurilor de izolatoare pentru LEA de 110-750 kV în diferite zone de poluare și cu diferite tipuri de izolatoare.
1.E-Ip 69-91	Indreptar pentru alegerea soluțiilor optime de balizare a stâlpilor și conductoarelor LEA.
M34/80	Norme tehnice privind limitele zonelor de siguranță ale terenurilor de aeronautică.

(*) Prescripţiile Energetice menţionate sunt prescripţii de interes general.

ANEXA 2 - Standarde menționate în normativ

Următoarele standarde , prescripții energetice și normative au caracter general. De la caz la caz, se vor aplica și prevederile prescripțiilor tehnice, prevederile normelor tehnice interne în vigoare și îndrumarelor de proiectare ale fiecărui operator de rețea.

A. Standarde menţionate în normativ (**)

STAS 2612-87	Protecţia împotriva electrocutărilor. Limite admise.
STAS 4068/1-82	Debite şi volume maxime de apă. Determinarea debitelor şi volumelor maxime ale cursurilor de apă.
STAS 4068/2-87	Debite şi volume maxime de apă. Probabilităţile anuale ale debitelor şi volumelor maxime în condiţii normale şi speciale de exploatare.
STAS 4273-83	Construcţii hidrotehnice. Încadrarea în clasa de importanţă.
STAS 6482/3-80	Sârmă de oţel şi produse de sârmă pentru beton precomprimat. Sârmă ampentată.
STAS 6482/4-80	Sârme de oţel şi produse din sârmă pentru beton precomprimat. Toroane

STAS 8074-76	Încrucişări între liniile de contact pentru tramvaie şi troleibuze şi linii electrice aeriene sau linii aeriene de telecomunicaţii. Prescripţii.
STAS 10128-86	Protecţia contra coroziunii a construcţiilor supraterane din oţel. Clasificarea mediilor agresive.
STAS 10166/1-77	Protecţia contra coroziunii a construcţiilor din oţel supraterane. Pregătirea mecanică a suprafeţelor.
STAS 10702/1-83	Protecţia contra coroziunii a construcţiilor din oţel, supraterane. Acoperiri protectoare. Condiţii tehnice generale.
SR EN 61140	Protecţia împotriva şocurilor electrice. Aspecte comune în instalaţii şi echipamente electrice.
STAS 438/1-89	Produse de oţel pentru armarea betonului. Oţel-beton laminat la cald. Mărci şi condiţii tehnice generale de calitate.
STAS 438/2-91	Produse de oţel pentru armarea betonului. Sârmă rotundă trefilată.
SR 438-3	Produse de oţel pentru armarea betonului. Plase sudate.
SR 6290	Încrucişări între liniile de energie electrică şi liniile de telecomunicaţii.
STAS 2970	Stâlpi prefabricaţi din beton armat şi beton precomprimat pentru linii electrice aeriene. Condiţii tehnice generale de calitate.
SR 832	Influenţe ale instalaţiilor electrice de înaltă tensiune asupra liniilor de telecomunicaţii. Prescripţii.
SR EN 61395	Conductoare electrice aeriene. Metode de încercare la fluaj pentru conductoare cablate.

(**) Prevederile standardelor menţionate în prezenta prescripţie tehnică reprezintă cerinţe minimale. Utilizatorii prezentei prescripţii tehnice pot folosi şi alte standarde prin care să se demonstreze respectarea cerinţelor prevăzute în prezenta prescripţie tehnică.

B. Standarde europene aplicabile

SR EN 1090-1+A1	Execuția structurilor din oțel și aluminiu - Partea 1: Cerințe pentru evaluarea conformităţii elementelor structurale.
SR EN ISO 2063	Pulverizare termică - Acoperiri metalice şi alte acoperiri anorganice - Zinc, aluminiu şi aliajele lor.
SR EN 12385 (toate părțile)	Cablu din sârmă de oțel — Securitate.
SR EN 12843	Produse prefabricate de beton - Stâlpi.
SR EN 14229	Lemn pentru construcții. Stâlpi de lemn pentru linii aeriene.
SR EN 50397-1	Conductoare în manta pentru linii electrice aeriene şi accesoriile asociate acestora pentru tensiuni nominale mai mari de 1 kV c.a. şi care nu depăşesc 36 kV c.a. Partea 1: Conductoare în manta.

SR EN 50522	Legarea la pământ a instalațiilor electrice cu tensiuni alternative mai mari de 1 kV.
SR EN 55016-1-1	Specificaţii referitoare la metode şi aparate de măsurat perturbaţiile radio şi imunitatea la perturbaţii. Partea 1-1: Aparate de măsurat perturbaţiile radio şi imunitatea la perturbaţii. Aparate de măsurat.
SR EN 60038	Standardele de tensiuni CENELEC (IEC 60038).
SR EN 60071-1	Coordonarea izolaţiei. Partea 1: Definiţii, principii şi reguli (IEC 60071-1)
SR EN 60071-2	Coordonarea izolaţiei. Partea 2: Ghid de aplicare
SR EN 1990	Eurocod: Bazele proiectării structurilor.
SR EN 1991-1-4	Eurocod 1: Acţiuni asupra structurilor. Partea 1-4: Acţiuni generale - Acţiuni ale vântului.
SR EN 1991-1-6	Eurocod 1: Acțiuni asupra structurilor. Partea 1-6: Acțiuni generale. Acțiuni pe durata execuției.
SR EN 1992-1-1	Eurocod 2: Proiectarea structurilor de beton. Partea 1-1: Reguli generale şi reguli pentru clădiri.
SR EN 1993-1-1	Eurocod 3: Proiectarea structurilor de oțel. Partea 1-1: Reguli generale și reguli pentru clădiri.
SR EN 1993-1-3	Eurocod 3: Proiectarea structurilor de oțel. Partea 1-3: Reguli generale. Reguli suplimentare pentru elemente structurale și table formate la rece.
SR EN 1993-1-5	Eurocod 3: Proiectarea structurilor din oțel - Partea 1-5: Elemente structurale din plăci plane solicitate în planul lor.
SR EN 1993-1-8	Eurocod 3: Proiectarea structurilor din oțel - Partea 1-8: Proiectarea îmbinărilor.
SR EN 1993-1-11	Eurocod 3: Proiectarea structurilor din oțel - Partea 1-11: Proiectarea structurilor cu elemente întinse.
SR EN 1993-3-1	Eurocod 3 : Proiectarea structurilor din oțel – Partea 3-1: Turnuri, piloni și coșuri. Turnuri și piloni.
SR EN 1995-1-1	Eurocod 5: Proiectarea structurilor din lemn - Partea1-1: Generalități -Reguli comune și reguli pentru clădiri.
SR EN 1997-1	Eurocod 7: Proiectare geotehnică - Partea 1: Reguli generale.
SR EN 1997-2	Eurocod 7: Proiectare geotehnică - Partea 2: Investigarea și încercarea terenului.
SR EN 1998-6	Eurocode 8: Proiectarea structurilor pentru rezistența la cutremure – Partea 6: Turnuri, piloni și coșuri.
SR EN ISO 9001	Sisteme de management al calității. Cerințe
SR EN ISO 14713-3 (toate părțile)	Acoperiri de zinc. Ghid şi recomandări pentru protecţia împotriva coroziunii fontei şi oţelului în construcţii. Partea 3: Zincare prin difuziune.

SR EN 61140	Protecţie împotriva şocurilor electrice. Aspecte comune în instalaţii şi echipamente electrice.
SR EN ISO 1461	Acoperiri termice de zinc pe piese fabricate din fontă și oțel. Specificații și metode de încercare.
SR EN 61936-1	Instalații electrice cu tensiuni alternative nominale mai mari de 1 kV. Partea 1: Reguli comune.
SR EN 50183	Conductoare pentru linii electrice aeriene – Sârme din aliaje de aluminiu – magneziu - siliciu
SR EN 50189	Conductoare pentru linii aeriene – Sârme de oţel zincate.
SR EN 60305	Izolatoare pentru linii aeriene cu tensiunea nominală mai mare de 1 kV. Elemente izolatoare din material ceramic sau sticlă pentru sisteme de curent alternativ. Caracteristici ale elementelor izolatoarelor de tip capă-tijă (IEC 60305).
SR EN 60372	Dispozitive de blocare pentru asamblări cu rotulă ale elementelor lanţurilor de izolatoare. Dimensiuni şi încercări.
SR EN 60383-1	Izolatoare pentru linii aeriene cu tensiune nominală mai mare de 1000 V. Partea 1: Izolatoare de material ceramic sau de sticlă pentru sisteme de curent alternativ. Definiţii, metode de încercare şi criterii de acceptare.
SR EN 60383-2	Izolatoare pentru linii aeriene cu tensiune nominală mai mare de 1000 V. Partea 2: Lanţuri de izolatoare şi lanţuri de izolatoare echipate pentru sisteme de curent alternativ. Definiţii, metode de încercare şi criterii de acceptare.
SR EN 60433	Izolatoare pentru linii electrice aeriene cu tensiune nominală mai mare de 1kV. Izolatoare ceramice pentru sisteme de curent alternativ. Caracteristici ale elementelor lanţurilor de izolatoare tijă.
SR EN 60437	Încercarea la perturbaţii radioelectrice a izolatoarelor de înaltă tensiune.
SR EN 60507	Încercări la poluare artificială ale izolatoarelor de înaltă tensiune utilizate în rețelele de curent alternativ (IEC 60507).
SR EN 60652	Încercări mecanice pentru structurile liniilor electrice aeriene (IEC 60652).
SR EN 60794-1-1	Cabluri cu fibre optice – Partea 1-1: Specificaţie generică – Generalităţi (IEC 60794-1-1).
SR EN 60794-1-2	Cabluri cu fibre optice. Partea 1-2: Specificaţie generică. Tabele de referinţă pentru procedurile de încercări ale cablurilor optice (IEC 60794-1-2).
SR EN 60794-4-10	Cabluri cu fibre optice. Partea 4-10: Cabluri optice aeriene, de-a lungul liniilor de energie electrică. Specificație de familie pentru conductoare optice de protecție (OPGW - Optical Ground Wires).

SR EN 60794-4-20	Cabluri cu fibre optice. Partea 4-20: Cabluri optice aeriene de-a lungul liniilor electrice de distribuție a energiei. Specificație de familie pentru cabluri cu fibre optice de tip ADSS (autoportante).
SR EN 60865-1	Curenţi de scurtcircuit – Calculul efectelor – Partea 1: Definiţii şi metode de calcul (IEC 60865-1).
SR EN 60889	Sârmă de aluminiu trasă la rece în stare de ecruisare tare pentru conductoarele liniilor aeriene.
SR EN 60909-0	Curenţi de scurtcircuit în reţele trifazate de curent alternativ. Partea 0: Calculul curenţilor.
SR EN 61109	Izolatoare pentru linii aeriene. Izolatoare compozite de agăţare şi ancorare pentru sistemele de curent alternativ cu tensiunea nominală mai mare de 1000 V. Definiţii, metode de încercare şi criterii de acceptare (IEC 61109).
SR EN 61211	Izolatoare din materiale ceramice sau sticlă pentru linii aeriene cu o tensiune nominală mai mare de 1000 V. Încercare la străpungere prin impulsuri în aer (IEC 61211).
SR EN 61232	Sârme de oţel acoperite cu aluminiu pentru utilizare electrică.
SR EN 61284	Linii electrice aeriene- Prescripţii şi încercări pentru accesorii. (IEC 61284).
SR EN 61325	Izolatoare pentru linii aeriene cu tensiunea nominală mai mare de 1000 V. Elemente izolatoare de material ceramic sau de sticlă pentru sisteme de curent continuu. Definiţii, metode de încercare şi criterii de acceptare (IEC 61325).
SR EN 61466-1	Izolatoare compozite pentru linii aeriene cu tensiunea nominală mai mare de 1 kV - Partea 1: Clase de rezistenţă şi asamblări de capăt standardizate (IEC 61466-1).
SR EN 61466-2	Izolatoare compozite pentru linii electrice aeriene cu tensiunea nominală mai mare de 1 kV - Part 2: Caracteristici dimensionale și electrice (IEC 61466-2).
SR EN 61467	Izolatoare pentru linii aeriene. Lanţuri de izolatoare şi lanţuri de izolatoare echipate pentru linii de tensiune nominală mai mare de 1 000 V. Încercări la arc de putere în curent alternativ (IEC 61467).
SR EN 61472	Lucrări sub tensiune. Distanţe minime de apropiere pentru reţele electrice de curent alternativ cu tensiuni cuprinse între 72,5 kV şi 800 kV. O metodă de calcul (IEC 61472).
SR EN 61773	Linii electrice aeriene – Încercări pentru fundații (IEC 61773).
SR EN 61854	Linii electrice aeriene. Prescripții și încercări pentru distanțiere (IEC 61854).

SR EN 61897	Linii electrice aeriene. Prescripţii şi încercări pentru amortizoare de vibraţii eoliene tip Stockbridge (IEC 61897).
SR EN 61936-1	Instalații electrice peste 1 kV a.c.-Partea 1: Reguli comune (IEC 61936-1).
SR EN 61952	Izolatoare pentru linii electrice aeriene. Izolatoare compozite suport de linie cu soclu pentru sisteme de curent alternativ cu tensiune nominală mai mare de 1000 V. Definiţii, metode de încercare şi criterii de acceptare (IEC 61952).
SR EN 62004	Sârme de aliaj de aluminiu rezistente la căldură pentru conductoarele liniilor electrice aeriene.
SR EN 62219	Conductoare pentru linii electrice aeriene. Conductoare cu sârme profilate cablate în straturi concentrice.
SR EN 50182	Conductoare pentru linii aeriene. Conductoare cu sârme rotunde cablate în straturi concentrice.
SR EN 60228	Conductoare pentru cabluri izolate
SR EN 61395	Conductoare electrice aeriene. Metode de încercare la fluaj pentru conductoare cablate.
SR EN 50326	Conductoare pentru linii aeriene. Caracteristici ale produselor de protecţie.
SR EN 50540	Conductoare pentru linii aeriene. Conductoare din oțel-aluminiu cu coeficient de dilatare redus (ACSS).
SR EN 61109	Izolatoare pentru linii aeriene. Izolatoare compozite de agățare și ancorare pentru sistemele de curent alternativ cu tensiunea nominală mai mare de 1000 V. Definiții, metode de încercare și criterii de acceptare.
SR HD 474 S1	Dimensiuni ale asamblărilor cu rotulă ale elementelor lanţurilor de izolatoare (IEC 60120).
SR EN 60811-100	Cabluri electrice şi cabluri cu fibre optice. Metode de încercări pentru materiale nemetalice. Partea 100: Generalităţi.
Reglementări vizuale ICAO, Anexa 14	Volumul 1 - Proiectarea și operațiunile Aerodromului Capitolul 6 – Înlesniri pentru detectarea obstacolelor.

C. Standarde internaționale aplicabile

IEC 60050-441	Vocabular Electrotehnic Internaţional – Cap. 441 – Comutatoare, mecanisme de reglare şi siguranţe.
IEC 60050-466	Vocabular Electrotehnic Internaţional – Cap. 466 – Linii aeriene
IEC 60050-471	Vocabular Electrotehnic Internaţional – Cap. 471 – Izolatoare
IEC 60050-601	Vocabular Electrotehnic Internaţional – Cap. 601 – Producerea, transportul şi distribuţia electricităţii – Generalităţi

IEC 60050-604	Vocabular Electrotehnic Internaţional – Cap. 604 – Producerea, transportul şi distribuţia electricităţii – Funcţionarea
IEC 60287-3-1	Cabluri electrice – Calculul curentului nominal – Part 3-1: Secţiuni şi condiţii de funcţionare – Condiţii de funcţionare de referinţă şi selecţia tipului de cablu
IEC 60471	Dimensiuni ale cuplajelor furcă-limbă/placă ale ansamblurilor de laturi izolatoare
IEC/TS 60479-1	Efectele curentului asupra fiinţelor umane – Partea 1: Aspecte generale
IEC/TR 60575	Testul de performanţă termomecanică şi testul de performanţă mecanic pe ansamblurile de lanţuri de izolatoare
IEC 60720	Caracteristicile izolatoarelor suport ale liniei
IEC 60724	Limite de temperaturi de scurtcircuit a cablurilor electrice cu tensiunea nominală de 1 kV (U_m = 1,2 kV) și 3 kV (U_m = 3,6 kV)
IEC TR 60797	Rezistenţa reziduală a ansamblurilor de lanţuri izolatoare din sticlă sau material ceramic pentru linii aeriene după deteriorarea mecanică a dielectricului
IEC/TS 60815-1	Alegerea și dimensionarea izolatoarelor de înaltă tensiune folosite în condiții de poluare - Partea 1: Definiții, informații și principii generale.
IEC/TS 60815-2	Alegerea și dimensionarea izolatoarelor de înaltă tensiune folosite în condiții de poluare - Partea 2: Izolatoare de porțelan și sticlă pentru sistemele a.c.
IEC/TS 60815-3	Alegerea și dimensionarea izolatoarelor de înaltă tensiune folosite în condiții de poluare - Partea 3: Izolatoare compozite pentru sistemele a.c.
IEC 60826	Criterii de proiectare pentru linii electrice aeriene.
IEC/TR 61597	Conductoare pentru linii electrice aeriene – Metode de calcul pentru conductoare multifilare.
IEC/TR 61774	Linii de înaltă tensiune - Date meteorologice pentru evaluarea încărcărilor climatice.
CISPR/TR 18-2	Caracteristicile interferențelor Radio ale liniilor electrice aeriene și a echipamentelor de înaltă tensiune - Partea 2: Metode de măsurare și proceduri pentru determinarea limitelor.
CISPR/TR 18-3	Caracteristicile interferențelor Radio ale liniilor electrice aeriene și a echipamentelor de înaltă tensiune - Partea 3: Practica pentru minimizarea generării zgomotului radio.
SRCEI 61089 SR CEI 61089	Conductoare pentru linii aeriene cu sârme rotunde, cablate în straturi concentrice.
SR CEI 60104	Sârme de aliaj de aluminiu – magneziu – siliciu pentru conductoarele liniilor aeriene.

SR CEI 60888	Sârme de oţel zincate pentru conductoare cablate.
IEC 60050-441	Vocabular Electrotehnic Internaţional – Cap. 441 – Comutatoare, mecanisme de reglare şi siguranţe.
IEC 60050-466	Vocabular Electrotehnic Internaţional – Cap. 466 – Linii aeriene
IEC 60050-471	Vocabular Electrotehnic Internaţional – Cap. 471 – Izolatoare
IEC 60050-601	Vocabular Electrotehnic Internaţional – Cap. 601 – Producerea, transportul şi distribuţia electricităţii – Generalităţi
IEC 60050-604	Vocabular Electrotehnic Internaţional – Cap. 604 – Producerea, transportul şi distribuţia electricităţii – Funcţionarea
IEC 60287-3-1	Cabluri electrice – Calculul curentului nominal – Part 3-1: Secţiuni şi condiţii de funcționare – Condiţii de funcţionare de referinţă şi selecţia tipului de cablu
IEC 60471	Dimensiuni ale cuplajelor furcă-limbă/placă ale ansamblurilor de laturi izolatoare
IEC/TS 60479-1	Efectele curentului asupra fiinţelor umane – Partea 1: Aspecte generale
IEC/TR 60575	Testul de performanţă termomecanică şi testul de performanţă mecanic pe ansamblurile de lanţuri de izolatoare
IEC 60720	Caracteristicile izolatoarelor suport ale liniei

ANEXA 3 - Bazele proiectării

Anexa 3 este preluată din Standardul romanesc SR EN 50341-1:2013 pentru Determinarea încărcărilor bazate pe măsurători, conform Art. 9. b ca parte integrantă din prezentul Normativ.

3. Bazele proiectării (copie din Standardul românesc SR EN 50341-1: 2013)

3.1 Introducere

Această clauză a standardului furnizează bazele şi principiile generale pentru calculul de rezistenţă, studiul geotehnic şi proiectarea mecanică a liniilor aeriene.

Principiile generale ale calculului de rezistenţă se bazează pe conceptul stării limită folosit împreună cu metoda factorilor parţiali.

Sub-clauza 3.2 face o prezentare generală a condiţiilor generale ale liniile electrice aeriene, inclusiv cerinţele de bază referitoare la fiabilitate, securitate şi siguranţă în funcționare. Nivelurile de fiabilitate pentru acţiunile din vânt şi gheaţă corespund unei anumite perioadă de revenire teoretice a acţiunilor climatice.

Sub-clauza 3.3 indică diferența între stările limită şi de funcționare.

Sub-clauza 3.4 diferențiază acţiunile în permanente, variabile sau accidentale. O acţiune este definită ca o sarcină sau ca o deformare.

Sub-clauza 3.5 introduce valoarea caracteristică pentru o acţiune şi pentru o proprietate a materialului.

Sub-clauza 3.6 arată cum o valoare de proiectare pentru o acţiune şi o proprietate materiale poate utiliza valoarea caracteristică combinată cu factorul parțial.

În sfârşit, sub-clauza 3.7 dă formula de proiectare de bază după metoda factorilor parţiali. Sunt date și valoarea totală de proiectare a efectului acţiunilor care apar simultan, precum şi proiectarea mecanică structurală corespondentă.

Aceste sub-clauze sunt valabile pentru liniile aeriene peste c.a. 1 kV.

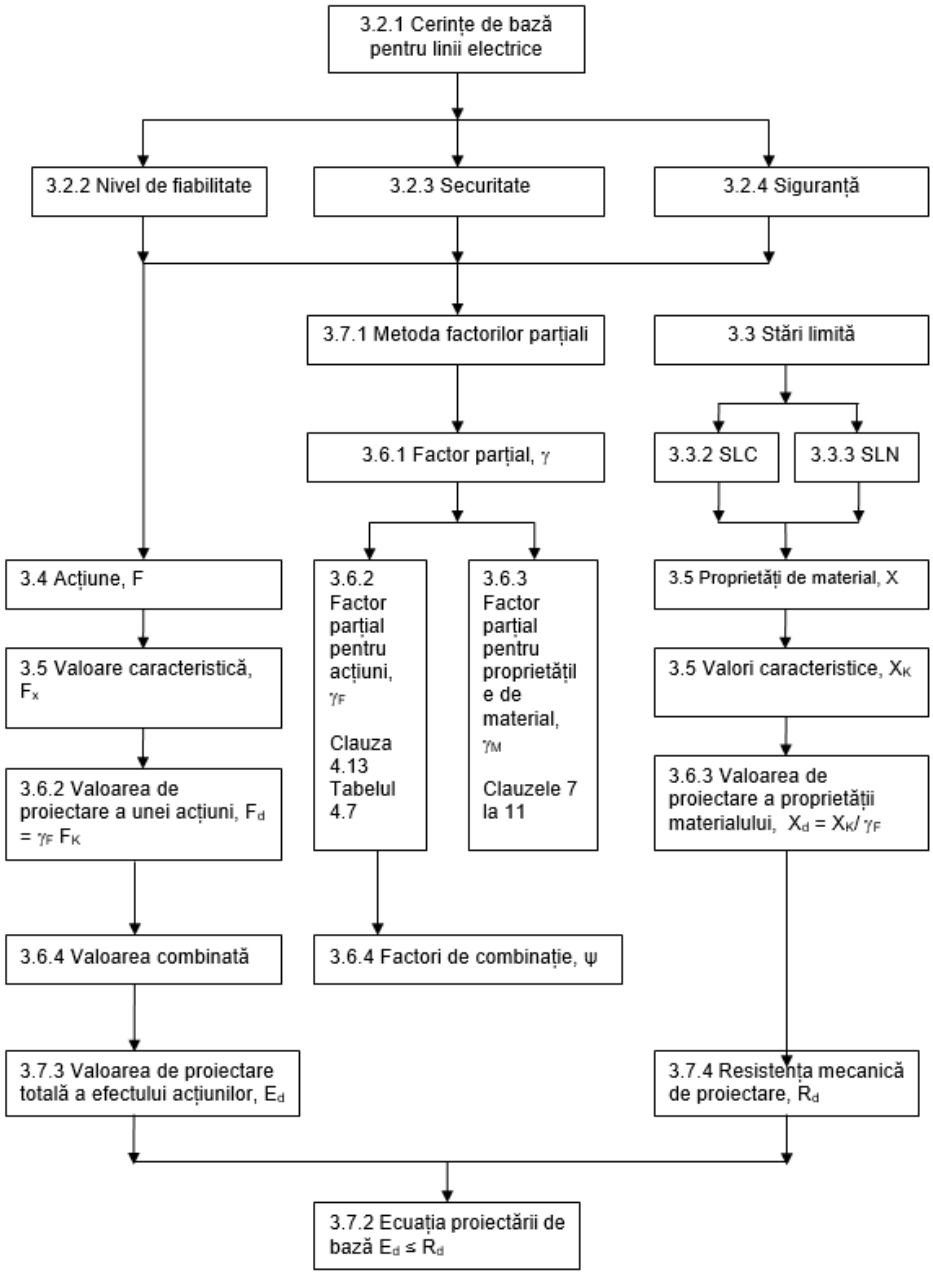
Acestea se aplică, de asemenea :

• Conductoarelor izolate ale liniile aeriene;

• Cablurilor aeriene izolate ce depășesc c.a. 1 kV până la c.a. 45 kV.

Schema logică 3.1 prezintă structura acestei anexe.

Figura 3.1 – Structura Anexei 3 din Bazele Proiectării



3.2. Cerinţe ale liniilor electrice aeriene

3.2.1 Cerinţe de bază

O linie electrică aeriană va fi proiectată şi construită într-o astfel de manieră încât pe durata sa de viaţă planificată:

- să-şi realizeze scopul pe baza unui set definit de condiţii, cu nivele acceptabile de fiabilitate şi într-o abordare economică. Aceasta se referă la cerinţele aspectelor de fiabilitate,
- să un fie responsabilă de o distrugere progresivă (în cascadă) dacă este indus un defect al unei componente definite. Aceasta se referă la cerinţele aspectelor de securitate.
- să nu fie responsabilă de provocarea unor răniri umane sau pierderi de vieţi omeneşti pe durata construcţiei şi întreţinerii. Aceasta se referă la cerinţele aspectelor de siguranță.

O linie aeriană va fi de asemenea proiectată, construită şi întreţinută într-un astfel de mod încât să se acorde atenţia cuvenită siguranţei publicului, durabilităţii, robusteţii, consideraţiilor legate de mediu şi de încadrare în peisaj.

Cerinţele de mai sus vor fi îndeplinite prin alegerea unor materiale adecvate, printr-un proiect corespunzător şi detalii corespunzătoare, şi prin specificarea procedurilor de control pentru proiectare, construcţie şi funcţionare adecvată unui proiect particular.

Situaţiile de proiectare selectate vor fi, prin cazurile reprezentative de încărcări, suficient de severe şi variate astfel încât să includă toate condiţiile care pot fi prognozate să apară pe durata construcţiei şi pe durata de viaţa a liniei aeriene.

3.2.2 Cerințele de fiabilitate

Fiabilitatea cerută pentru liniile aeriene, inclusiv pentru toate componentele şi elementele lor, se atinge prin proiectare conform cu acest standard şi prin măsuri adecvate de asigurarea calităţii.

Pentru liniile electrice aeriene se pot considera în general trei nivele diferite de fiabilitate aşa cum sunt definite în Tabelul 3.1, fiecare corespunzând la o perioadă teoretică dată de revenire *T* a condiţiilor climatice.

Tabel 3.1 – Nivele de fiabilitate

Nivel de fiabilitate	Perioada de revenire teoretică T a acțiunilor climatice (ani)
1 (referință)	50
2	150
3	500

Stâlpii liniilor electrice aeriene vor fi clasificați ca structuri de clasa 1 în conformitate cu EN 1990 din considerente securitate. Aceste trei nivele de fiabilitate, folosite pentru continuitate în funcționare, sunt considerate ca trei subcategorii ale clasei 1 în conformitate cu EN 1990.

Deviaţiile de la aceste nivele pot fi făcute în conformitate cu cerinţele specifice ale proiectului în cauză. Cu toate aceasta, nivelul selectat va fi cel puţin corespunzător nivelului 1 de fiabilitate cu excepţia construcţiilor temporare şi a componentelor instalate temporar.

O fiabilitate absolută a unei linii aeriene va fi în general dificil de determinat. De aceea, nivelul 1 de fiabilitate poate fi privit ca o fiabilitate de referinţă în timp ce nivelele de fiabilitate mai mari vor fi înţelese ca relative la cel de referinţă.

Datorită înălțimii mai mici a liniilor electrice aeriene de medie tensiune, încărcările aplicate pe stâlpii acestor linii vor varia datorită rugozității solului, înălţimii liniei şi factorilor de acțiune accidentali (ruperea stâlpilor). Aceşti factori ar trebui să fie aleși în funcție de topografia terenului, dar fiabilitatea minimă a liniilor nu trebuie să fie mai mică de 1.

NOTA 1 Relaţiile dintre nivelele de fiabilitate date în Tabelul 3.1 şi factorii parţiali pentru acţiuni daţi în Anexa 4, sub-clauza 4.13, Tabelul 4.7, sunt de asemenea explicați în Anexa 6, sub-clauza 6.2 pentru vitezele vântului și subclauza 6.3 pentru încărcările de gheaţă.

NOTA 2 Pentru liniile temporare, perioada de revenire a acţiunilor climatice poate fi redusă din cauza duratei proiectării pentru o viaţă redusă conform datelor indicate în tabelul următor, care este un extract din EN 1991-1-6:

Tabel 3.2 – Perioada de revenire pentru linii temporare

Durata	Perioada de revenire (ani)
≤ 3 zile	2
≤ 3 luni (dar > 3 zile)	5
≤ 1 an (dar > 3 luni)	10

Pentru liniile instalate mai mult de 3 luni, este de asemenea posibil să se țină seama de condițiile climatice sezoniere sau curente: ipoteze de încărcare, bazate pe date meteorologice statistice ce pot fi definite în Specificația de Proiect. De exemplu:

- un coeficient de anotimp canotimp, cum este definit în Anexa din EN 1991-1-4, ce poate fi utilizat pentru a reduce sarcinile de vânt;
- pentru anotimpurile în care nu se produce gheață, sarcina de gheaţă nu trebuie considerată. Această perioadă a anului ar trebui să fie definită în Specificația de Proiect, dacă este relevant.

Dacă viteza maximă a vântului pentru o perioadă de revenire de referinţă de 50 de ani, V50, este cunoscută, se poate determina viteza maximă a vântului pentru o perioadă de revenire teoretică de T ani, VT, folosind factorul de conversie, CT, definit în Anexa 6, sub-clauza 6.2 și Tabelul 6.1. Pentru perioadele de revenire reduse, este folosit termenul de viteză nominală a vântului.

În mod similar, în cazul în care sarcina maximă de gheaţă pe lungimea conductorul pentru o perioadă de revenire de referinţă de 50 de ani, este cunoscută, se poate determina încărcarea maximă din gheaţă pe lungimea conductorului pentru o perioadă de revenire teoretică de T ani, IT, folosind factorul de conversie, CT, definit în Anexa 6, sub-clauza 6.3 și Tabelul 6.2. Pentru perioadele de revenire reduse, este folosit termenul încărcare nominală din gheață.

Este important de amintit că mărirea nivelului de fiabilitate nu este singurul mijloc de creştere a continuităţii de funcţionare a liniilor electrice aeriene.

Nivelul de fiabilitate de referinţă este considerat, în general, ca asigurând un nivel de fiabilitate acceptabil faţă de continuitatea de funcţionare şi siguranţă, dar în realitate, un proiectant trebuie să considere următoarele două aspecte:

Siguranţa publicului: perioada de revenire de referinţă de 50 de ani dă un înalt nivel de fiabilitate. Probabilitatea de avariere este acceptabilă faţă de securitatea publicului, deoarece combinarea probabilităților care pot produce vătămări ale persoanelor este foarte scăzută. În plus, deoarece componentele sunt concepute mai mult ca nişte sisteme complete decât individuale şi deoarece ele sunt concepute înainte de a cunoaşte

parametrii reali ai liniei (de exemplu, lungimea deschiderilor), factorul de utilizare are o influenţă pozitivă asupra fiabilităţii reale a liniei.

Continuitatea de funcţionare: este posibil să se crească disponibilitatea mărind perioada de revenire, dar aceasta nu este singura soluţie. Este de asemenea posibil să se crească durata de viaţă de funcţionare prin crearea unei redundanţe, construind alte linii aeriene, sau având mai multe linii aeriene de ieşire din staţii întărind astfel proiectarea coordonând încărcările, limitând pagubele, instalând stâlpi anti-cascadă şi punând în aplicare un plan de repunere în funcţiune de urgenţă pentru repararea foarte rapidă a pagubelor.

Costurile globale nu sunt determinate doar de probabilitatea de avariere, ci în principal de consecinţele potenţiale de avariere, cum ar fi propagarea necontrolată a acesteia pornind de la avaria iniţială. Asemenea consecinţe pot fi reduse în mod semnificativ urmând unele măsuri eficace cum ar fi: coordonarea încărcărilor, proiectarea în condiţii de securitate a stâlpilor pentru a rezista sarcinilor longitudinale şi de torsiune, dispozitive de controlare a încărcărilor, metode de deschiciurare, stâlpi anti-cascadă, construcţia altor linii aeriene, etc. (soluţii pro-active); structuri de repunere în funcţiune de urgenţă, școlarizarea liniorilor, etc. (soluții reactive).

3.2.3 Cerinţe de securitate

Cerinţele de securitate corespund încărcărilor speciale şi/sau măsurilor care intenţionează să prevină defectări progresive (sau în cascadă) necontrolabile.

O linie ar putea fi avariată, fie datorită defectelor de material, fie evenimentelor neprevăzute (de ex. impact cu un obiect, alunecare de teren, etc.) fie datorită unei acţiuni climatice neobişnuite. Este esenţial ca avaria să fie in interiorul sau aproape de porțiunea de line unde au apărut suprasarcinile care depășesc rezistența componentelor de linie.

În scopul prevenirii defectărilor în cascadă, în Anexa 4, sub-clauza 4.8 sunt detaliate unele acţiuni simulate şi condiţii de încărcare.

Un nivel de fiabilitate mai ridicat poate fi justificat pentru unele linii aeriene, fie datorită importanţei lor în reţea, fie faptului că sunt supuse unor încărcări climatice severe. Ín astfel de cazuri, pot fi aplicate măsuri suplimentare pentru mărirea securităţii în conformitate cu experienţa şi tipul liniei care va fi proiectat. Introducerea de stâlpi de întindere pentru secţionarea panourilor poate fi adoptată pentru a limita avarierea progresivă.

3.2.4 Cerinţe de siguranţă

Cerinţele de siguranţă sunt menite să asigure ca operaţiile de construcţie şi întreţinere să nu pericliteze siguranţa oamenilor. Cerinţele de siguranţă din acest standard constau în încărcări speciale, aşa cum sunt definite în Anexa 4, sub-clauza 4.9, pentru care componentele liniilor (în principal, stâlpii) trebuie să fie proiectate.

3.2.5 Coordonarea rezistenţei

O linie electrică aeriană, considerată ca un sistem, necesită coordonarea rezistenţei componentelor sale. Anexa 5 dă detalii ale conceptului de coordonare a rezistenţei bazate pe IEC 60826.

NOTA Coordonarea rezistenţei este obţinută în practică, în general, prin coordonarea factorilor parţiali şi/sau a cazurilor de încărcare.

3.2.6 Consideraţii suplimentare

Considerarea unei linii aeriene ca un element în mediul ambiant va lua în consideraţie situaţiile de mediu şi legislative care există într-o anumită ţară sau regiune.

Siguranţa fiinţelor umane şi protecţia șeptelului şi a animalelor sălbatice, (de ex. păsări, vite, etc.), vor fi tratate în mod adecvat.

3.2.7 Durata de viaţă

Durata de viaţă este perioada presupusă pentru care o linie aeriană va fi folosită în scopul destinat cu o întreţinere anticipată dar fără să fie necesară o reparaţie substanţială.

Durata de viaţă a unei linii aeriene este în general considerată a fi de 50 de ani, dacă nu este definită altfel în Specificaţia Proiectului.

NOTA Durata de viaţă va fi în mod normal în gama 30 la 80 de ani.

3.2.8 Durabilitate

Durabilitatea unui stâlp sau a unei componente a stâlpului va fi astfel încât el să rămână apt de folosire pe durata de viaţă a liniei prin prestarea unei întreţineri adecvate.

Condiţiile de mediu ambiant, atmosferice şi climatice vor fi evaluate la faza de proiectare pentru a aprecia semnificaţia lor în relaţia cu durabilitatea şi pentru a permite luarea unor măsuri adecvate pentru protecţia materialelor.

3.2.9 Asigurarea calităţii

Pentru a furniza o linie aeriană care corespunde cerinţelor şi ipotezelor făcute în proiect, vor fi adoptate măsuri adecvate de asigurare a calităţii pe durata proiectării şi construcţiei.

NOTA Asigurarea calităţii este descrisă în EN ISO 9001.

3.3. Stări limită

3.3.1 Generalităţi

Stările limită sunt stări dincolo de care linia aeriană nu mai satisface cerinţele de performanţă ale proiectului.

Ín general se face o distincţie între stări limită de calcul şi stări limită normate.

3.3.2 Stări limită de calcul

Stările limită de calcul (SLC) sunt acelea asociate cu prăbuşirea sau cu alte forme similare de defectare structurală datorită deformaţiei excesive, pierderii stabilităţii, răsturnării, ruperii, flambajului, etc.

Stările de deteriorare dinaintea prăbuşirilor structurale care, pentru simplificare, sunt considerate în locul prăbuşirii propriu-zise, sunt de asemenea tratate ca stări limită extreme.

Stările limită de calcul privesc condițiile de încărcare selectate determinate condițiile de fiabilitate, securitate și siguranță care ar putea afecta rezistența componentelor liniilor electrice aeriene cum ar fi stâlpii, fundațiile, conductoarele, lanțurile de izolatoare, clemele și armăturile.

3.3.3 Stări limită normate

Stările limită normate (SLN) corespundând unor anumite condiţii definite, dincolo de care cerinţele de lucru specificate pentru o linie aeriană nu mai sunt îndeplinite.

Cerinţele funcţionalităţii care pot fi luate în considerare includ:

- frecvență și durată neacceptabile ale descărcărilor electrice, care au loc fie pe stâlp, fie datorită apropierii conductoarelor în deschidere;
- deformații excesive și deplasări ale stâlpilor, care pot afecta aspectul sau funcționarea efectivă a acestora sau care pot cauza nerespectarea distanțelor electrice limită;
- nivelul vibrațiilor, care provoacă avarierea conductoarelor, stâlpilor sau echipamentelor, sau care limitează eficienţa lor funcţională.
- avarierea suprafețelor finisate sau a suprafețelor cu crăpături ale betonului, astfel încât să afecteze durabilitatea sau funcția stâlpilor, conductoarelor, izolatoarelor și accesoriilor liniei.

3.4. Acţiuni

3.4.1 Clasificări principale

O acţiune, F, este:

• acţiune directă, adică o forţă sau o încărcare aplicată asupra componentelor liniei electrice cum ar fi stâlpii, fundaţiile, conductoarele, lanțurile de izolatoare, clemele și armăturile;

• acţiune indirectă, adică o deformaţie impusă sau constrânsă, determinată, de exemplu, de modificări de temperatură, variaţii ale apei freatice sau tasări inegale, dacă este cazul.

Acţiunile sunt clasificate:

• după variaţia lor în timp (vezi 3.4.2);

• după natura lor şi/sau răspunsul structural (vezi 3.4.3).

3.4.2 Clasificările acțiunilor după variația lor în timp

1) acţiune permanentă (G), adică greutatea proprie a stâlpilor incluzând fundaţii, armături şi echipamente fixe. Greutatea proprie a stâlpilor şi efectele tracţiunii din conductor la temperatura de referinţă, vezi anexa 4, precum şi instalarea accidentală a stâlpilor sunt considerate ca acţiuni permanente.

2) acţiuni variabile (Q), adică încărcări cauzate de vânt, încărcări cauzate de gheaţă sau alte încărcări impuse. Încărcările din vânt şi gheaţă precum şi temperaturile aplicabile sunt condiţii climatice care pot fi evaluate:

- aplicând conceptul fiabilităţii;
- sau pe baze deterministe.

Efectele tracţiunii conductorului datorită vântului şi gheţii şi a diferenţelor de temperatură de la temperatura de referinţă, sunt acţiuni variabile.

Reacţiunea verticală la stâlp datorită greutăţii proprii a conductorului (în alte cuvinte deschiderea la încărcări verticale) este afectată de deviaţiile de la starea de referinţă a tracţiunii conductorului datorită fluajului şi variaţiilor temperaturii. Aşa cum este menţionat, această variaţie de la starea de referinţă este o acţiune variabilă. Acolo unde este critic pentru proiectare, în special dacă nu sunt prezente alte condiţii climatice, trebuie considerat un factor parţial pe greutatea proprie (sau pe deschiderea la încărcări verticale) datorită incertitudinii într-o astfel de variație (nefavorabilă sau favorabilă).

Încărcări impuse apărute din întinderea conductorului, cățărarea pe stâlpi, etc. sunt evaluate pe baze deterministe şi prin aplicarea coeficienților de siguranţă.

3) acţiuni accidentale (A), adică încărcări de rupere, avalanşe, etc. Acestea se referă la aspectul securităţii.

3.4.3 Clasificarea acțiunilor după natura lor şi/sau răspunsul structural

1) acţiuni statice, care nu determină accelerări semnificative ale componentelor sau elementelor;

2) acţiuni dinamice, care cauzează accelerări semnificative ale componentelor sau elementelor.

Ín mod uzual, este suficient să considerăm efectul static echivalent al acţiunilor cvasistatice, precum încărcări ale vântului, în proiectarea stâlpilor liniei aeriene (inclusiv fundaţiile. Se va acorda o atenţie specială la stâlpii deosebit de înalţi şi/sau la stâlpii zvelţi.

3.5. Valori caracteristice

3.5.1 Valori caracteristice ale unei acţiuni

3.5.1.1 Acțiune (F)

Valoarea caracteristică a unei acţiuni, FK, este principala valoare reprezentativă pentru F folosită pentru verificările la stări limită.

3.5.1.2 Acţiuni permanente (G)

Valoarea caracteristică a unei acţiuni permanente, G în proiectarea unei linii aeriene poate fi determinată în mod normal ca o valoare, GK, dacă variabilitatea lui G este foarte mică.

3.5.1.3 Acţiuni variabile (Q)

Pentru acţiuni variabile, valoarea caracteristică, QK, corespunde:

- fie unei valori superioare cu o probabilitate intenţionată de a nu fi depăşită (de ex. încărcări provocate de vânt şi gheaţă) şi în cazul unei (de ex. temperatură) valori inferioare cu o probabilitate intenţionată de a nu fi mai mică, pe durata unei perioade de referinţă de un an. În acest standard este considerată o valoare a probabilităţii de 0,02 pe an (adică, corespunzătoare unei perioade de revenire de 50 de ani).
- fie unei valori nominale folosite pentru acţiuni bazate deterministic şi în abordarea empirică.

3.5.1.4 Acţiuni accidentale (A)

Pentru acţiuni accidentale valoarea reprezentativă este în general o valoare caracteristică AK corespunzând unei valori specifice.

3.5.2 Valoare caracteristică a unei proprietăți a materialului

O proprietate a materialului, X este reprezentată de o valoare caracteristică, XK care corespunde acelei valori a proprietăţii materialului care are o probabilitate impusă de a nu fi atinsă într-o serie ipotetică nelimitată de teste. Ea corespunde în general pentru o proprietate particulară a materialului la o limită de excluziune specificată a distribuţiei statistice presupuse pentru acea proprietate a materialului aşa cum este folosit în sistem.

O valoare a proprietăţii materialului va fi în mod normal determinată din testele standardizate efectuate în condiţii specificate. Un factor de conversie va fi aplicat unde este necesar să se convertească rezultatele testelor în valori, care se presupune că poate reprezenta comportarea materialului în linia aeriană.

In anumite circumstanțe o valoare nominală este folosită ca valoare caracteristică.

3.6. Valori de proiectare

3.6.1 Generalități

Valorile de proiectare sunt obţinute în general utilizând valori caracteristice împreună cu factorii parţiali, γ definiți în acest standard.

În unele cazuri, poate fi necesar să se determine direct valorile de proiectare. Aceste valori trebuie alese prudent şi trebuie să corespundă cel puțin aceluiași nivel de fiabilitate pentru diferitele stări implicate în factorii parţiali în acest standard.

3.6.2 Valoarea de proiectare a unei acțiuni

Valoarea de proiectare a unei acţiuni, F_d, este exprimată în termeni generali ca:

$$F_d = \gamma F_K$$

Factorul parţial pentru o acţiune, γ_F, depinde de nivelul de fiabilitate ales şi ţine cont de posibilitatea unor deviaţii nefavorabile a acţiunilor, de modelarea inexactă şi de incertitudinile în evaluarea efectelor unei acţiuni.

NOTA 1 Valorile de proiectare ale diverselor acţiuni G, Q şi A clasificate în 3.4.2 sunt calculate ca fiind γ_G G_K, γ_Q Q_K şi respectiv γ_A A_K.

NOTA 2 Factorii parţiali pentru acţiuni sunt în general determinaţi pe consideraţii teoretice, experienţă şi calibrarea prin calcule retrospective din proiectele existente.

Alegerea nivelului de fiabilitate duce la alegerea valorilor recomandate ale factorului parţial indicate în Anexa 4, sub-clauza 4.13, Tabelul 4.7. Acești factori parţiali trebuie să fie aplicați sarcinilor stabilite în Anexa 4 pentru acţiuni climatice bazate pe o perioadă de revenire de referință de 50 de ani.

Când se calculează efectul unei acţiuni asupra efortului în conductor, se aplică factori parţiali la valorile caracteristice ale acţiunii, adică direct pe acţiunea vântului şi/sau a gheţii care acţionează pe conductor. Valoarea calculată a efortului în conductor este atunci valoarea finală de proiectare.

Pentru calcule deterministe incluzând condiţii de securitate a încărcării, factorul parţial poate, cu toate acestea, să fie aplicat la efectul acţiunii valorilor caracteristice ale acţiunii, adică la efortul în conductor, aşa cum se menţionează în mod specific în Anexa 4 privind acţiunile.

3.6.3 Valoarea de proiectare a unei proprietăți a materialului

Valoarea de proiectare a proprietăţii materialului, X_d, este în general definită ca:

$X_d = X_K / \gamma_M$

Factorul parţial al unei proprietăţi a materialului, γ_M, acoperă deviaţiile nefavorabile ale valorii caracteristice X_K a proprietăţii materialului, inacurateţea în aplicarea factorilor de conversie şi incertitudinile privind proprietăţile geometrice şi modelul de rezistenţă. Factorii parţiali pentru componentele liniei sunt specificaţi în acest standard.

Factorii parțiali pentru o proprietate a materialului pot depinde, de asemenea, de coordonarea rezistenței luată în considerare pentru linie.

3.6.4 Valori combinate ale acţiunilor variabile

Valorile combinate, ψ sunt asociate cu folosirea combinaţiilor de acţiuni, pentru a ţine cont de o probabilitate redusă a apariţiei simultane a celor mai nefavorabile valori a câtorva acţiuni independente.

Valoarea combinată a unei acţiuni variabile *Q* este:

- reprezentată în general, ca un produs al factorului de combinaţie şi al valorii caracteristice, $\Psi_Q \cdot Q_K$;
- reprezentată direct de o acţiune cu perioadă de revenire redusă, $Q_{(T)}$;
- specificată direct în Anexa 4.

Valoare combinată (ΨQ·QK) este considerată ca fiind valoarea de proiectare. Acolo unde apariţia acţiunilor este corelată între ele, aceasta este reflectată în factorul de combinaţie. Valorile recomandate pentru factorul de combinaţie sunt date în Anexa 4, sub-clauza 4.13, Tabelul 4.7.

NOTA Ín acest standard factorul de combinaţie pentru o acţiune variabilă ΨQ, este în principal derivat pe baza unei perioade reduse de revenire şi, de aceea, include factorul parţial folosit în formatul EUROCODE precum şi oricare alţi factori de reducere.

3.7. Metoda factorilor parțiali și ecuația de proiectare

3.7.1 Metoda factorilor parțiali

Calculele vor fi efectuate folosind modele adecvate de proiectare care să includă variabilele de referință. Modelele vor fi adecvate pentru a prevedea comportarea structurii şi stările limită considerate.

Modelele de proiectare trebuie în mod normal să se bazeze pe teorii inginereşti consacrate şi să fie verificate experimental, dacă este necesar.

Ín metoda factorului parţial se verifică faptul că în toate ipotezele importante de proiectare nu sunt atinse stările limită atunci când pentru acţiuni, proprietăţi ale materialului şi date geometrice sunt folosite valori de proiect în modelele de proiectare. În particular se va verifica dacă:

- efectele acţiunilor de proiectare nu depășesc rezistenţa de calcul a liniei aeriene la starea limită extremă,
- efectele acţiunilor de proiectare respectă cerinţele de performanţă ale liniei aeriene pentru starea limită de lucru.

Pot fi folosite verificări simplificate bazate pe conceptul stării limită prin considerarea doar a stărilor limită şi a combinaţiilor de încărcare care, determină proiectarea.

3.7.2 Ecuația de bază a proiectării

Când se consideră o stare limită de rupere sau deformaţie excesivă a unei componente, element sau conexiune, se va verifica că:

$E_d \leq Rd$

unde :

E_d este valoarea totală de proiectare a acţiunilor, precum forţă internă sau moment, sau un vector reprezentativ a câtorva forţe interne sau momente, vezi 3.7.3;

R_d este rezistenţa structurală de proiectare corespunzătoare, vezi 3.7.4.

3.7.3. Valori totale de proiectare ale efectelor acțiunilor combinate

3.7.3.1 Generalități

Acţiunile permanente *G*, valorile acţiunilor variabile Q_1, Q_2, Q_3, etc. care apar simultan şi acţiunile accidentale *A* ca principale, sunt combinate în conformitate cu situaţia de proiectare considerată.

Pentru fiecare caz critic de încărcare, valorile de calcul ale efectelor acţiunilor, E_d, trebuie să fie determinate aşa cum este dat prin ecuaţiile (3.1) şi (3.3) de mai jos.

Alternativ, ecuaţiile (3.2) şi (3.4) se aplică atunci când acţiunile variabile Q_n sunt determinate direct. Ín ecuaţia (3.2) acţiunea variabilă dominantă Q_1 cu perioada de revenire T_1 corespunzând unui nivel de fiabilitate selectat (de ex. 150 ani) este combinată cu acţiunile variabile Q_n (n > 1) care au perioade reduse de revenire T_n (de ex. 3ani). Ín ecuaţia (3.4) acţiunile accidentale *A* sunt combinate cu acţiunile variabile Q_n (n ≥ 1) care sunt prezente, şi care au toate perioade reduse de revenire T_n.

Deformațiile impuse trebuie luate în considerare acolo unde este cazul.

3.7.3.2 Ipoteze de proiectare referitoare la acțiuni permanente și variabile

Valoarea totală de proiectare a acţiunilor permanente și variabile este reprezentată în formă simbolică, de ecuațiile:

$$Ed = f\{\Sigma\ \square_G\ G_K,\ \square_{Q1}\ Q_{1K},\ \Sigma_{n>1}\ \Psi_{Qn}\ Q_{nK}\} \qquad (3.1)$$

$$Ed = f\{\Sigma\ \square_G\ G_K,\ Q_{1(T1)},\ \Sigma_{n>1}\ Q_{n\,(Tn)}\} \qquad (3.2)$$

unde:

$\gamma_A\ A_K$ este valoarea de proiectare a acțiunii variabile dominante, ex. vânt sau gheață;

$\Psi_{Qn}\ Q_{nK}$ este valoarea combinată a altor acțiuni variabile cu o perioadă redusă de revenire,

T_n(n > 1)

3.7.3.3 Ipoteze de proiectare referitoare la acțiuni permanente, variabile și accidentale

Valoarea totală de proiectare a acţiunilor permanente, variabile și accidentale este reprezentată în formă simbolică, de ecuațiile:

$$Ed = f\{\Sigma\ \gamma_G\ G_K,\ \gamma_A\ A_K,\ \Sigma_{n\geq1}\ \Psi_{Qn}\ Q_{nK}\} \qquad (3.3)$$

$$Ed = f\{\Sigma\ \gamma_G\ G_K,\ \gamma_A\ A_K\ ,\ \Sigma_{n\geq1}\ Q_{n\,(Tn)}\} \qquad (3.4)$$

unde:

$\gamma_A A_K$ este valoarea de proiectare a unei acțiuni i accidentale;

$\Psi_{Qn} Q_{nK}$ este valoarea combinată a acțiunilor variabile cu o perioadă redusă de revenire, $T_n(n \geq 1)$

3.7.4. Rezistenţa structurală de proiectare

Rezistenţa structurală de proiectare, Rd, asociind toate proprietăţile structurale cu valorile de proiectare respective, Xnd, după cum urmează:

$R_d = f\{X_{1d}, X_{2d}, ...\}$

sau în mod alternativ aşa cum este definit în fiecare caz, respectiv valorile caracteristice X_{nK} :

$R_d = f\{X_{1K}, X_{2K}, ...\} / \gamma_M$

ANEXA 4 - Acțiuni asupra liniilor

4. Acţiuni asupra liniilor (copie din Standardul romanesc SR EN 50341-1: 2013)

4.1. Introducere

Scopul acestei clauze este de a oferi un model pe calcul pentru toate tipurile de încărcări pe liniile electrice aeriene și pe componentele acestora.

Acestea includ încărcările climatice cum ar fi vântul, depunerile de gheaţă şi combinațiile din vânt şi gheaţă, încărcările pe conductoare, lanțuri de izolatoare, stâlpi cu zăbrele sau tubulari.

În principiu, există trei ipoteze pentru a evalua datele climatice pentru a stabili valorile numerice ale acţiunii.

Ipoteza

1: prima ipoteză este bazată pe utilizarea standardelor europene sau naţionale care furnizează datele de referinţă, cum ar fi viteza de bază a vântului prezentate în EN 1991-1-4 şi utilizabilă direct cu Anexa 4.

Ipoteza 2: a doua ipoteză se bazează pe utilizarea unor date statistice suficiente pe bază de observaţii. Aceste date pot fi apoi convertite în date de referință pentru a fi utilizate conform Anexei 4. Probleme specifice regiunii pot fi luate în considerare pentru a obţine date fiabile. Trimiterea la Anexa 6 sau standarde precum IEC 60826, poate fi utilă pentru a face conversia necesară pentru viteza maximă a vântului sau pentru sarcină maximă de gheaţă asociate cu o perioadă de revenire de referință de 50 ani, într-o altă viteză a vântului sau încărcare din gheata asociate unei alte perioade de revenire T.

Ipoteza 3: a treia ipoteză se bazează pe utilizarea unor date obținute pe baza unei proiectări de succes de lungă durată, care pot fi găsite în reglementările naţionale, care au existat în unele ţări începând aproximativ cu anul 1900. Aceste date pot fi viteza de bază a vântului, presiunea maximă a vântului, sarcina de bază din gheaţă, etc., dar aceste date duc cel puţin la un nivel de fiabilitate corespunzător nivelului 1 menționat la Anexa 3 (perioadă de revenire de referinţă de 50 de ani). Dacă este cazul, factorii parţiali definiți la 4.13 pot fi modificați pentru a obţine nivelul de fiabilitate dorit când se folosesc aceste date empirice. Ca o verificare folosind valorile acțiunilor obţinute cu datele din ipoteza 3, se poate efectua o comparație cu valorile acţiunilor obținute cu ipotezele 1 sau 2.

Sub-clauza 4.2 se ocupă cu sarcini permanente.

Sub-clauza 4.3 arată cum forțele din vânt care acţionează pe orice componentă a liniei aeriene (4.3.5) pot fi determinate prin calcularea vitezei de bază a vântului (4.3.1), vitezei medii a vântului (4.3.2), presiunii medii a vântului (4.3.3) şi presiunii maxime a vântului (4.3.4).

Sub-clauza 4.4 se ocupă cu forţele din vânt pe componentele liniei aeriene, respectiv pe conductoare (4.4.1), lanțuri de izolatoare (4.4.2), stâlpi cu zăbrele (4.4.3) și stâlpi tubulari (4.4.4).

Clauzele 4.5 şi 4.6 conţin norme pentru a determinarea sarcinilor din gheaţă şi combinate vânt şi sarcini din gheaţă pe conductoarele liniei electrice aeriene.

Clauzele 4.7 la 4.11 se ocupă cu efectele temperaturii asupra încărcărilor (4.7), încărcărilor de securitate (4.8), încărcărilor de siguranță (4.9), forţelor datorate curenților de scurtcircuit (4.10) și altor forţe speciale (4.11).

În cele din urmă, Clauzele 4.12 și 4.13 prevăd cazurile standard de încărcare, precum şi factorii parţiali şi factorilor combinați pentru acţiuni în cazul stărilor limită.

Exemple ale aplicaţiilor încărcărilor din vânt (4.3 şi 4.4) sunt date în Anexa 9, sub-clauza 9.1.

Schema logică 4.1 prezintă structura clauzei 4.3 referitoare la încărcările din vânt.

Schema logică 4.1 – Structura 4.3 Încărcări din vânt



4.2. Încărcări permanente

Masele proprii ale stâlpilor, lanţurilor de izolatoare, ale altor echipamente fixate pe stâlp şi ale conductoarelor rezultate din deschideri adiacente acționează ca încărcări permanente. Balizele sferice de avertizare pentru aviaţie şi alte elemente similare sunt considerate încărcări permanente.

4.3. Încărcări provenite din acţiunea vântului

4.3.1 Domeniu de aplicare și viteza de bază a vântului

Sub-clauza 4.3 conţine condiţiile de determinare a încărcărilor din vânt asupra componentelor liniilor electrice aeriene, pe baza datelor meteorologice.

Aceste condiţii depind de înălţimile stâlpilor deasupra solului (vezi 4.4) până la valoarea maximă de 60 m pentru înălţimea stâlpului.

Regulile au fost extrase din modelele din EN 1991-1-4 (EUROCODE 1 Acțiuni asupra structurilor - acțiuni generale, acţiuni din vânt) şi defineşte viteza de bază a vântului (Vb,0) ca viteză a vântului mediată pe 10 minute, indiferent de direcţia vântului şi momentul din timpul anului, la 10 m deasupra nivelului solului în câmp deschis cu vegetaţie redusă,cum ar fi iarba şi obstacolele izolate, şi cu o distanță de separare a obstacolelor de cel puțin 20 de ori mai mare decât înălţimile obstacolelor.

NOTĂ 1 Acest teren corespunde categoriei de teren II din Tabelul 4.1.

Această viteză de bază a vântului, Vb,0 este o valoare caracteristică având o probabilitate anuală de depășire de 0,02, care este echivalentă cu o perioadă medie de revenire de 50 de ani şi poate fi detaliată în Anexa Națională EN 1991-1-4.

Variația vitezei vântului datorită rafalei este luată în considerare în acest standard la încărcarea de proiectare din vânt prin considerarea intensității turbulenţei (a se vedea 4.3.4).

Considerentele din 4.3 și 4.4 nu sunt disponibile pentru vânturile locale de intensitate mare, ca tornade sau deplasări masive de aer pe verticală.

NOTA 2 Informaţii despre aceste vânturi sunt disponibile în broșura tehnica CIGRE n °350 "Cum răspund liniile electrice aeriene vânturilor localizate de intensitate mare – Considerente de bază".

Atunci când EN 1991-1-4 specifică deja presiunea maximă a vântului în funcţie de înălţimea deasupra solului, aceste valori ar trebui să fie folosite direct ca presiuni maxime de vânt qp pentru proiectarea liniilor electrice aeriene fără aplicarea clauzelor 4.3.2 la 4.3.4. In aceste cazuri, referința trebuie dată în Specificația de Proiect.

4.3.2 Viteza medie a vântului

Viteza medie a vântului $\mathbf{V}_{h\,(}(h)$ depinde de:

• viteza de bază a vântului $(V_{b,0})$ definită la 4.3.1;

• factorul direcțional al vântului (c_{dir});

• înălțimea de referință deasupra solului (h) ale componentelor liniei ce urmează a fi studiate (vezi 4.4);

• lungimea rugozității (v);

• factorul orografic (c_0).

Valoarea factorului direcțional al vântului cdir, pentru diferite direcții ale vântului poate fi găsită în EN 1991-1-1-4. Valoarea recomandată este 1,0.

Înălţimea de referință deasupra solului, h, care trebuie considerată depinde de componenta liniei pe care se aplică viteza vântului. Alegerea acestei înălțimi de referință deasupra solului este dată pentru fiecare componentă a liniei în 4.4, dar valoarea minimă care trebuie considerată este 10 m.

Lungimea rugozității, z_0 și factorul de teren, kr care este direct dependent de lungimea rugozității, caracterizează rugozitatea terenului, care modifică valoarea medie a vântului, $V_h\,(h)$ și intensitatea turbulenței, $I_v\,(h)$.

Valorile pentru z_0 și z_0 se găsesc în Tabelul 4.1 de mai jos, în conformitate cu EN 1991-1-4.

Tabelul 4.1 – Categoriile de teren, lungimea rugozității, $\mathbf{z_0}$, și factorul de teren $\mathbf{k_r}$

Categoria terenului		z_0 [m]	k_r
0	Malul mării sau zone de coastă expuse mării	0,003	0,155
I	Lacuri sau zone plane și orizontale cu vegetaţie neglijabilă şi fără obstacole	0,01	0,169
II	Zonă cu vegetaţie redusă, precum iarba şi cu obstacole izolate (arbori, clădiri) cu o distanță de separe de cel puţin 20 de ori înălţimea obstacolelor	0,05	0,189
III	Zonă acoperită regulat de vegetație sau clădiri sau cu obstacole izolate cu o distanță de separe de maximum 20 de ori înălţimea obstacolelor (precum sate, terenuri suburbane, păduri permanente)	0,3	0,214
IV	Zona în care cel puțin 15% din suprafața este acoperita cu clădiri a căror înălțime medie depășește 15 m	1	0,233
NOTĂ	Categoriile de teren sunt în concordanţă cu Eurocode EN 1991-1-4 :2005, A.1.		

Diferite categorii de teren cu diferite lungimi de rugozitate, z_0 pot fi menționate în Specificația de Proiect.

Factorul de teren, k_r poate fi determinat pentru diferite lungimi de rugozitate, z_0 folosind expresia:

$k_r = 0,189 (z_0 / 0,05)^{0,07}$

Efectele topografiei pot fi neglijate atunci când panta medie a terenului în direcția opusă vântului este mică. În acest caz, valoarea recomandată pentru factorul topografic, c_o este 1.

Pantele medii sub 5% trebuie considerate mici.

În cazul în care topografia (de exemplu, dealuri, stânci etc.) creşte vitezele vântului cu mai mult de 5%, efectele ar trebui să fie luate în considerare, prin considerarea factorului topografic c_o.

Terenul opus direcţiei vântului poate fi considerat pentru o distanță de până la 10 ori înălțimea de referință față de sol, h a componentei liniei. O procedură este dată în EN 1991-1-4:2005, Anexa A.3.

Viteza medie a vântului, V_h (h), în m/s la înălţimea de referinţă deasupra solului, h este determinată folosind expresia:

$V_h (h) = V_{b,0} c_{dir} c_o k_r \ln (h / z_0)$

Pentru elementele asociate structurilor cu tensiunea nominală peste AC 1 kV până la AC 45 kV inclusive şi cu o înălţime maximă de 20 m, este permisă o valoare constantă de vitezei medii a vântului calculată la 10 m înălțime deasupra solului, după cum s-a menţionat mai sus.

4.3.3 Presiunea medie a vântului

Presiunea medie a vântului q_h, în N/m^2 la înălţimea *h* deasupra solului este determinată din relaţia:

$q_h(h) = ½ \rho V^2_h (h)$

ρ densitatea aerului, în kg/m^3, care depinde de altitudinea, temperatura și presiunea înregistrate în zonă. ρ este egală cu 1,225 kg/m^3 la 15 °C şi la presiunea atmosferică de 1 013 hPa. Pentru alte valori ale temperaturii şi presiunii atmosferice, se poate calcula densitatea relevantă a aerului sau se pot folosi valorile relative din Tabelul 4.2.

NOTĂ O valoare a densității aerului este dată în Eurocode EN 1991-1-4 : ρ = 1,25 kg/m^3.

Tabelul 4.2 – Valoarea relativă ale densităţii aerului ρ în funcţie de altitudinea H şi temperatura T’

Temperatura T'	Altitudinea H			
^{0}C	0 m	600 m	1 200 m	1 800 m
- 30	1,18	1,10	1,02	0,95
-20	1,13	1,05	0,97	0,91
-5	1,08	1,00	0,93	0,87
5	1,04	0,96	0,90	0,84
15	1,00	0,93	0,86	0,80
30	0,96	0,89	0,83	0,77

NOTĂ Valorile din acest tabel derivă din: $\rho' / \rho + \frac{288}{T'} e^{-1.2 \cdot 10^{-4} H}$

unde:

ρ' este densitatea aerului corespunzătoare unei temperaturi absolute *T'* şi unei altitudini *H*,

H este altitudinea de referinţă în metri pentru determinarea densităţii aerului,

T' este temperatura absolută în grade Kelvin la o altitudine *H*.

Unele ţări au constatat, în urma unei experienţe îndelungate sau a cercetării, că anumite valori ale presiunii dinamice a vântului sunt reprezentative pentru condiţiile lor meteorologice privind vântul (Ipoteza 3).

4.3.4 Intensitatea turbulenței și presiunea maximă a vântului

Intensitatea turbulenţei, I_v (h), la înălțimea de referință față de sol, h este definită ca deviaţia standard a turbulenţei vântului împărţită la viteza medie a vântului.

Regula pentru determinarea lui I_v (h) este prezentată în expresia:

$I_v (h) = 1 / [c_0 \ln (h / z_0)]$

Lungimea rugozității, z_0 şi factorul orografic, c_0 sunt determinate în 4.3.2.

Presiunea maximă a vântului, q_p (h), la înălțimea de referință față de sol, h, care ia în considerare intensitatea turbulenţei, I_v (h), este dată în expresia:

$q_p (h) = [1 + 7 I_v (h)] q_h (h)$,

4.3.5 Forțele din vânt pe oricare componentă a liniei

Valoarea forţei Q_{wx} dată de vântul care bate orizontal la înălțimea de referință deasupra solului, h, perpendicular pe oricare element al liniei, este dată de:

$Q_{wx} = q_p(h) G_x C_x A_x$

unde:

$q_p(h)$ este presiunea maximă a vântului definită la 4.3.4;

h este înălțimea de referință deasupra solului folosită pentru componentele structurale considerate;

G_x este factorul de rezonanţă structurală pentru componentele structurale considerate, calculat după metoda dată în EUROCODE ENV 1991-1-4;

NOTA 1 În EUROCODE ENV 1991-1-4, simbolul pentru G_x is $c_s c_d$.

C_x este factorul de rafală (sau coeficientul de forță) ce depinde de forma elementului considerat;

A este secţiunea elementului considerat, proiectată pe un plan perpendicular pe direcţia vântului.

Toți acești parametri sunt determinați pentru fiecare componentă a liniei în sub-clauzele următoare.

Nota 2 Un exemplu complet pentru a ajuta proiectanții să înţeleagă clar cum să evalueze încărcările vântului este dat în Anexa 9, sub-clauza 9.1.

Expresia de mai sus pentru forța dată de vânt este valabilă pentru perioada de revenire de referință de 50 de ani. Pentru determinarea distanțelor electrice minime în aer, sarcinile din vânt pe conductoare şi izolatoare trebuie să fie considerate cu o viteză medie a vântului de 10 minute (a se vedea 4.3.1).

Expresia pentru vântul maxim cu perioada de revenire de referință de 50 de ani pentru distanțele electrice minime, Q_{W50}, poate fi obţinută prin înmulţirea forţa din vânt Q_{Wx} cu raportul dintre presiunea medie a vântului, q_h (h) și presiune maximă a vântului, q_p (h). Presupunând o valoare conservatoare a lui $G_x = 1$, se obţine:

$Q_{W50} = Q_{Wx} (q_h / q_p) = q_h (h) C_x A_x$

În mod similar, expresia pentru încărcarea nominală din vânt cu o perioadă de revenire de 3 ani pentru distanțe electrice minime, Q_{w3}, poate fi obținută prin multiplicarea forței din vânt, Q_{Wx} cu raportul dintre presiunea medie a vântului, qh și presiune maximă a vântului, qp și cu raportul pătratelor vitezelor din vânt, V_3 și V_{50} cu o perioadă de revenire de 3 și 50 de ani (vezi C^2_T în Anexa 6, sub-clauza 6.2). Presupunând o valoare conservatoare a lui $G_x = 1$, se obţine:

$Q_{W3} = Q_{Wx} (q_h /q_p) (V_3 / V_{50})^2 = q_h (h) C_x A_x C^2_T$

4.4. Forţele din vânt pe elementele componente ale liniei

4.4.1. Forţele din vânt pe conductoare

4.4.1.1 Generalități

Presiunea vântului pe conductoare determină forţe transversale direcţiei liniei, cât şi creşterea tracţiunii în conductoare.

Forţa totală din vânt pe conductoarele active fasciculare este definită ca sumă a forţelor de pe subconductoarele individuale, fără a lua în considerare efectul de ecranare al conductoarelor bătute de vânt.

În general, forța din vânt pe un stâlp dată de fiecare subconductor din două deschideri adiacente este dată astfel (vezi Figura 4.1.a):

- în direcția consolelor:

$$Q_{Wc_V} = q_p(h) \cdot G_c \cdot C_c \cdot d \cdot \left[\pm \frac{L_1}{2} \cos^2\left(\phi + \frac{\theta_1}{2}\right) \cos\left(\frac{\theta_1}{2}\right) + \frac{L_2}{2} \cos^2\left(\phi - \frac{\theta_2}{2}\right) \cos\left(\frac{\theta_2}{2}\right) \right]$$

- perpendicular pe console:

$$Q_{Wc_U} = q_p(h) \cdot G_c \cdot C_c \cdot d \cdot \left[\pm \frac{L_1}{2} \cos^2\left(\phi + \frac{\theta_1}{2}\right) \sin\left(\frac{\theta_1}{2}\right) - \frac{L_2}{2} \cos^2\left(\phi - \frac{\theta_2}{2}\right) \sin\left(\frac{\theta_2}{2}\right) \right]$$

unde:

$q_p(h)$ este presiunea maximă a vântului dată la 4.3.4;

h este înălțimea de referință deasupra solului folosită pentru conductor;

G_q este factorul de rafală de răspuns (vezi 4.2.2.3),

G_c este factorul de rezonanţă structurală folosit (numit de asemenea “factor de deschidere”),

C_c este factorul de rafală (sau coeficientul de forță) al conductorului;

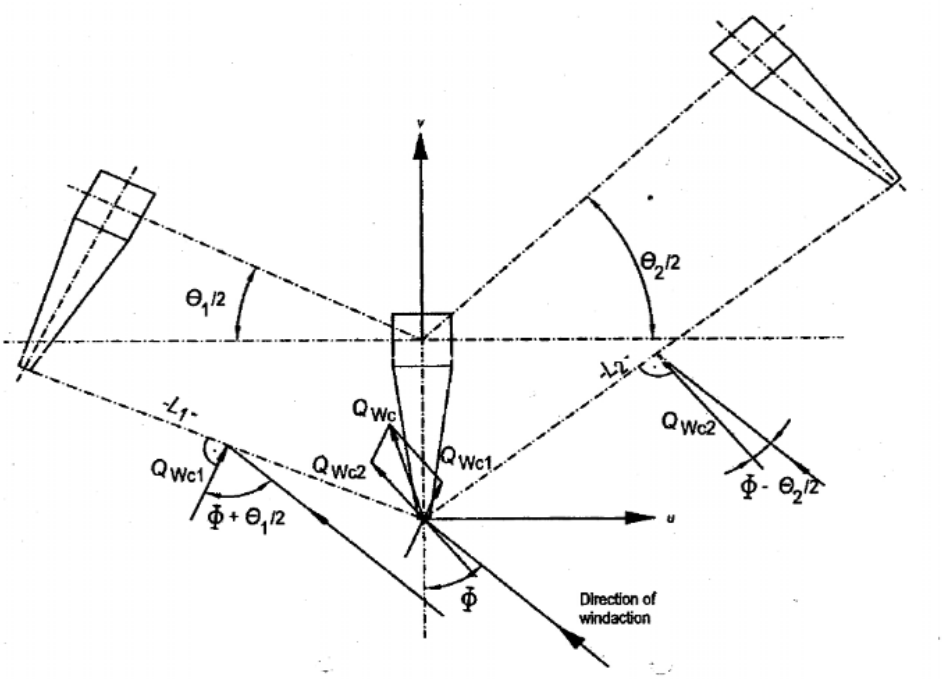
d este diametrul conductorului;

L_1, L_2 sunt lungimile a două deschideri adiacente;

Φ este unghiul dintre direcţia vântului și axa longitudinală a consolei definit în Figura 4.1.a;

θ_1, θ_2 $(\theta_1, + \theta_2)/2 = \theta$ este unghiul schimbării direcției liniei definit în Figura 4.1.a.

Figura 4.1.a – Forțele din vânt pe conductor – Caz general



În cazul stâlpilor în aliniament, unghiul $\theta = \theta 1 = \theta_2$ este 0. Astfel,

$Q_{Wc_V} = q_p(h)\, G_c\, C_c\, d \cos^2 \varphi\, (L_1 + L_2)/2$

și $Q_{Wc_U} = 0$

Când se consideră o direcție a vântului de-a lungul bisectoarei unghiului de deviație al liniei, forța rezultantă din vânt pe un stâlp de colț pe două deschideri adiacente este (vezi Figura 4.1.b):

$Q_{Wc_V} = q_p(h)\, G_c\, C_c\, d \cos^3 (\theta/2)\, (L_1 + L_2)/2$

și $Q_{Wc_U} = q_p(h)\, G_c\, C_c\, d \sin (\theta/2) \cos^2 (\theta/2)\, (L_1 +- L_2)/2$

Dacă $L_1 = L_2$, atunci

$Q_{Wc_U} = 0$

Formula presupune același diametru d al conductorului în deschiderile adiacente. În caz contrar, formula trebuie modificată corespunzător.

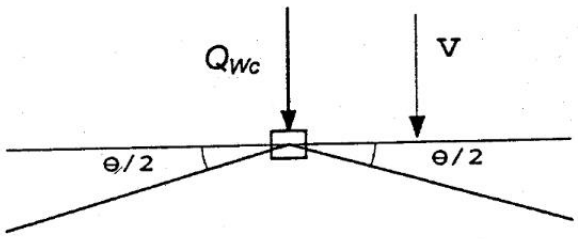


Figura 4.1.b – Forţele din vânt pe conductoare – direcția vântului de-a lungul bisectoarei unghiului de deviație al liniei

Înălțimea de referință față de sol, h, considerată în calculul forţelor din vânt pe conductoare se determină în conformitate cu metodele date în Art.12.

Una dintre următoarele nouă metode, pornind de la propunerea cea mai puţin conservatoare 1 şi până la propunerea cea mai conservatoare 9 din Tabelul 4.2.3 poate fi utilizată.

Tabelul 4.2.3 – Determinarea înălțimii de referință deasupra solului,h a conductoarelor – 9 metode

Înălțimea de referință deasupra solului h a conductorului activ și a conductorului de protecție	Înălțimea individuală , h_i	Înălțimea medie, h_w	Înălțimea medie aritmetică, h_a
situată la nivelul	$h = h_i$	$h = h_w = \frac{\sum_{i\geq 1} n_i d_i h_i}{\sum_{i\geq 1} n_i d_i}$	$h = h_a = \frac{\sum_{i\geq 1} n_i h_i}{\sum_{i\geq 1} n_i}$
centrului de gravitație (1)	1	2	3
punctului de prindere la nivelul lanțului de izolatoare	4	5	6
punctului de prindere al lanțului de izolatoare pe stâlp	7	8	9
(1) situate la o treime din săgeata conductorului activ sau a conductorului de protecție în plan vertical			

unde:

h este înălțimea de referință deasupra solului a centrului de gravitație al conductorului sau a punctului de prindere al conductorului la nivelul de înălțime i;

h_w este înălțimea medie a tuturor conductoarelor;

h_a este înălțimea medie aritmetică a tuturor conductoarelor;

d_i este diametrul conductorului la nivelul de înălțime i;

n_i este numărul conductoarelor de același diametru d_i la nivelul de înălțime i;

În exemplul de aplicație din Anexa 9, sub-clauza 9.1.2, se folosește metoda 8 din Tabelul 4.2.3.

Calculul tracțiunii mecanice a conductoarelor într-un panou va lua în considerare efectul forţelor din vânt pe conductor, considerând valori constante pentru înălţimile de referinţă ale conductoarelor şi pentru lungimile deschiderilor.

Pentru a calcula tracțiunea conductorului se poate considera o reducere a efectului presiunii vântului datorită lungimii panoului dacă condiţiile de teren şi înălţimea deasupra solului a conductorului rămân neschimbate. În acest caz, poate fi aplicat un factor structural (factor de deschidere) bazat pe lungimea panoului liniei.

4.4.1.2 Factor structural

Factorul structural G_c este dat de relația:

$$G_c = \frac{1+2k_p I_v(h)\sqrt{B^2+R^2}}{1+7I_v(h)}$$

unde:

k_p este factorul maxim definit ca raportul dintre valoarea maximă a părții fluctuante a răspunsului și deviația sa standard. Valoarea recomandată este 3, o valoare diferită poate fi specificată.

$I_v(h)$ este intensitatea turbulenței dată la 4.3.4;

B^2 este factorul de fond, care permite necorelarea totală a presiunii în deschidere;

R^2 este factorul răspunsului de rezonanță, corespunzător turbulenței în rezonanță cu modul de vibrație.

Valoarea recomandată pentru R^2 este 0 deoarece rezonanța în direcția vântului poate fi neglijată pentru un conductor de linie, o valoare diferită putând fi specificată.

Valoarea B^2 va fi determinată din relația din Anexa C din EN 1991-1-4:2005:

$$B^2 = \frac{1}{1+\frac{3}{2}\times\frac{L_m}{L(h)}}$$

unde:

L_m este valoarea medie a lungimilor a două deschideri adiacente: $L_m = (L_1 + L_2)/2$

L(h) este scala lungimii turbulente (valoarea media a rafalei în m la înălțimea de referință, h a conductoarelor, dată de relația din Anexa B din EN 1991-1-4:2005:

cu

z_0 lungimea rugozității definite la 4.3.2.

Factorul structural, G_c pentru conductor, este dat pentru înălțimi de referință și deschideri în Tabelele 4.4 a, b, c, d și e (un tabel pentru fiecare categorie de teren după cum este definit la 4.3.2). Factorul structural, G_c pentru lungimi ale deschiderilor mai mici decât 100 m trebuie considerate ca pentru deschideri de 100 m.

Tabelul 4.4.a – Valorile G_c pentru categoria de teren 0

		Înălțimea de referință h pentru conductor [m]										
z_0[m]	L_m[m]	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	≥ 60
0,003	100	0,78	0,80	0,81	0,82	0,83	0,83	0,84	0,84	0,85	0,85	0,85
	200	0,73	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,79	0,80	0,80	0,80	0,81
	300	0,70	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,76	0,77	0,77	0,78	0,78
	400	0,68	0,70	0,71	0,72	0,73	0,74	0,74	0,75	0,75	0,76	0,76
	500	0,67	0,69	0,70	0,71	0,72	0,72	0,73	0,73	0,74	0,74	0,75
	600	0,66	0,68	0,69	0,70	0,71	0,72	0,72	0,72	0,73	0,73	0,73
	700	0,65	0,67	0,68	0,69	0,70	0,70	0,71	0,71	0,72	0,72	0,72
	800	0,64	0,66	0,67	0,68	0,60	0,70	0,70	0,71	0,71	0,71	0,72

Tabelul 4.4.b – Valorile G_c pentru categoria de teren I

		Înălțimea de referință h pentru conductor [m]										
z_0[m]	L_m[m]	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	≥ 60
0,01	100	0,75	0,77	0,79	0,80	0,81	0,82	0,82	0,82	0,83	0,83	0,84
	200	0,69	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	0,77	0,78	0,78	0,79
	300	0,66	0,69	0,70	0,71	0,72	0,73	0,74	0,74	0,75	0,75	0,76
	400	0,64	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71	0,72	0,72	0,73	0,73	0,74
	500	0,63	0,65	0,67	0,68	0,69	0,69	0,70	0,71	0,71	0,72	0,72
	600	0,62	0,64	0,66	0,67	0,68	0,68	0,69	0,70	0,70	0,70	0,71
	700	0,61	0,63	0,65	0,66	0,67	0,67	0,68	0,69	0,69	0,70	0,70
	800	0,60	0,63	0,64	0,65	0,66	0,67	0,67	0,68	0,68	0,69	0,69

Tabelul 4.4.c – Valorile G_c pentru categoria de teren II

		Înălțimea de referință h pentru conductor [m]										
z_0[m]	L_m[m]	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	≥ 60
0,05	100	0,70	0,73	0,74	0,76	0,77	0,78	0,79	0,79	0,80	0,80	0,81
	200	0,63	0,66	0,68	0,70	0,71	0,72	0,73	0,74	0,74	0,75	0,75
	300	0,60	0,63	0,65	0,67	0,68	0,69	0,70	0,70	0,71	0,71	0,72
	400	0,58	0,61	0,63	0,64	0,66	0,66	0,67	0,68	0,69	0,69	0,70
	500	0,57	0,59	0,61	0,63	0,64	0,65	0,66	0,66	0,66	0,66	0,67
	600	0,56	0,58	0,60	0,61	0,63	0,64	0,64	0,65	0,70	0,70	0,71
	700	0,55	0,57	0,59	0,61	0,62	0,63	0,63	0,64	0,65	0,65	0,66
	800	0,54	0,57	0,58	0,60	0,61	0,62	0,63	0,63	0,64	0,64	0,65

Tabelul 4.4.d – Valorile G_c pentru categoria de teren III

		Înălțimea de referință h pentru conductor [m]										
z_0[m]	L_m[m]	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	≥ 60
0,3	100	0,62	0,66	0,68	0,70	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	0,77
	200	0,55	0,59	0,61	0,63	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71
	300	0,51	0,55	0,58	0,60	0,61	0,63	0,64	0,65	0,66	0,66	0,67
	400	0,49	0,53	0,55	0,57	0,59	0,60	0,61	0,62	0,63	0,64	0,65
	500	0,47	0,51	0,54	0,55	0,57	0,58	0,59	0,60	0,61	0,62	0,63
	600	0,46	0,50	0,52	0,54	0,56	0,57	0,58	0,59	0,60	0,61	0,61
	700	0,45	0,49	0,51	0,53	0,55	0,56	0,57	0,58	0,59	0,59	0,60
	800	0,45	0,48	0,50	0,52	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58	0,58	0,59

Tabelul 4.4.e – Valorile G_c pentru categoria de teren IV

		Înălțimea de referință h pentru conductor [m]										
z_0[m]	L_m[m]	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	≥ 60
1,0	100	0,54	0,59	0,63	0,65	0,67	0,69	0,70	0,71	0,72	0,73	0,74
	200	0,47	0,52	0,55	0,58	0,60	0,61	0,63	0,64	0,65	0,66	0,67
	300	0,43	0,48	0,51	0,54	0,56	0,57	0,59	0,60	0,61	0,62	0,63
	400	0,41	0,45	0,49	0,51	0,53	0,55	0,56	0,57	0,58	0,59	0,60
	500	0,39	0,44	0,47	0,49	0,51	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58
	600	0,38	0,42	0,45	0,48	0,50	0,51	0,52	0,54	0,55	0,56	0,56
	700	0,37	0,41	0,44	0,47	0,48	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55
	800	0,36	0,41	0,43	0,46	0,47	0,49	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54

4.4.1.3 Factor de rafală

Factorul de rafală, C_c pentru conductor poate fi determinat folosind una dintre metodele următoare:

- Metoda 1: factorul de rafală este 1 în general pentru conductoarele multifilare și vitezele de vânt,
- Metoda 2: factorul de rafală derivă din testele de tunel de vânt,
- Metoda 3: factorul de rafală este evaluat în conformitate cu metoda din EN 1991-3-1:

Numărul lui Reynolds $Re \leq 6 \times 10^4$ $C_c = 1,2$

Numărul lui Reynolds $Re \geq 10^5$ $C_c = 0,9$

Pentru valori intermediate ale lui R_e, C_c poate fi obținut prin interpolare liniară.

NOTĂ Numărul lui Reynolds este dat de relația :

$$\mathrm{Re} = \frac{V(h)d}{\nu}$$

cu

$V(h) = \sqrt{\frac{2q_p(h)}{\rho}}$, după cum este definită în EN 1991-1-4

unde

d este diametrul conductorului;

ν este vâscozitatea cinematică a aerului (valoarea recomandată: $\nu = 15 \times 10^{-6}$ m^2/s;

ρ este definit la 4.3.3;

q_p este definit la 4.3.4.

Metoda aleasă pentru a fi utilizată trebuie specificată.

4.4.2 Forţele din vânt pe lanţurile de izolatoare

Forţele din vânt pe lanţurile de izolatoare rezultă din forţele din vânt pe conductoare cât şi din presiunea vântului pe lanţurile de izolatoare.

Forţele din vânt datorate presiunii vântului pe lanțurile de izolatoare pot fi neglijate la proiectarea stâlpilor, dar Specificația Proiectului, poate indica totuşi ca acest lucru să fie luat în considerare.

În acest caz, forţa din vânt ce acţionează în punctul de prindere pe stâlp al lanțului pe stâlp, în direcţia vântului şi este dată de relația:

$$Q_{Wins} = q_p(h) \cdot G_{ins} \cdot C_{ins} \cdot A_{ins}$$

unde:

$q_p(h)$ este presiunea maximă a vântului dată la 4.3.4;

h este înălțimea de referință deasupra solului folosită pentru lanțul de izolatoare care reprezintă înălțimea punctului de prindere al lanțului de stâlp, o altă înălțime de referință putând fi specificată;

G_{ins} este factorul structural pentru lanţurile de izolatoare. Valoarea recomandată este 1, dar poate fi specificată și o altă valoare;

C_{ins} este factorul de rafală pentru lanţul de izolatoare. Valoarea recomandată este 1,2, dar poate fi specificată și o altă valoare;

A_{ins} este proiecţia orizontală a ariei lanţului de izolatoare pe un plan paralel cu axa lanţului.

4.4.3 Forţele din vânt pe stâlpii cu zăbrele

4.4.3.1 Generalități

Forţele din vânt pe stâlpii cu zăbrele rezultă din forţele transmise de conductoare şi lanţurile de izolatoare, cât din presiunea vântului acţionând direct pe stâlp.

Forţele din vânt pe stâlpii pot determinate folosind una dintre metodele următoare:

- Metoda 1: stâlpul este împărțit pe tronsoane. Factorul de rafală este legat de suprafața fiecărui tronson al stâlpului, luându-se în considerare efectul de ecranare al părților nebătute direct de vânt față de cele bătute direct.
- Metoda 2: se consideră fiecare element individual al stâlpului. Factorul de rafală este legat de elementele stâlpului fără a se ține seama de efectul de ecranare. Această metodă este recomandată pentru stâlpii cu geometrii neregulate, în special pentru console.

Metoda aleasă pentru a fi utilizată este Metoda 1.

Înălțimea de referință deasupra solului, h considerată în calculul forțelor din vânt pe stâlpii cu zăbrele trebuie să fie determinată conform metodelor date.

Poate fi folosită una dintre metodele următoare:

- Stâlpul este considerat ca o structură verticală precum clădirile după cum este definit în EN 1991-1-4 și înălțimea unică de referință pentru fiecare tronson al stâlpului sau pentru fiecare element al stâlpului corespunde unui procent din înălțimea totală a stâlpului. Valoarea recomandată este 60%.
- Înălțimea de referință a fiecărui tronson sau a fiecărui element al stâlpului este înălțimea deasupra solului a centrului de greutate a tronsonului sau a elementului stâlpului considerat.

NOTĂ Pentru stâlpii cu secțiune triunghiulară și/sau pentru stâlpii cu elemente circulare, în EN 1993-3-1 sunt indicate metode alternative pentru determinarea sarcinilor din vânt.

$$B^2 = \frac{1}{1+\frac{3}{2}\times\frac{H_t}{L(h)}}$$

H_t este înălțimea totală a stâlpului;

$L(h)$ este definit la 4.4.1.2.

Aceste formule provin din EN 1991-1-4:2005, Anexa C și dau valori ale lui G_t mai mici de 0,9.

C_{t1}, C_{t2} este factorul de rafală pentru faţa 1 (respectiv fața 2) a tronsonului stâlpului cu zăbrele, cu vânt perpendicular pe acest tronson,

A_{t1}, A_{t2} este aria efectivă a elementelor de pe faţa 1 (respectiv fața 2) a tronsonului stâlpului cu zăbrele considerat,

Φ este unghiul dintre direcţia vântului şi axa longitudinală a consolei stâlpului.

Figura 4.2 exemplifică definițiile pentru fața unui tronson al stâlpului cu zăbrele, aria efectivă, unghiul direcției vântului și coeficientul de umplere, χ.

Pentru console zăbrelite, forţa din vânt poate fi estimată astfel:

$$Q_{Wtc} = q_p(h) \cdot G_{tc} \cdot A_{tc} \cdot (\sin\phi + 0{,}4 \cdot \cos\phi)$$

unde:

$q_p(h)$ este presiunea maximă a vântului dată în 4.3.4;

h este înălțimea de referință deasupra solului luată în considerare pentru consola zăbrelită;

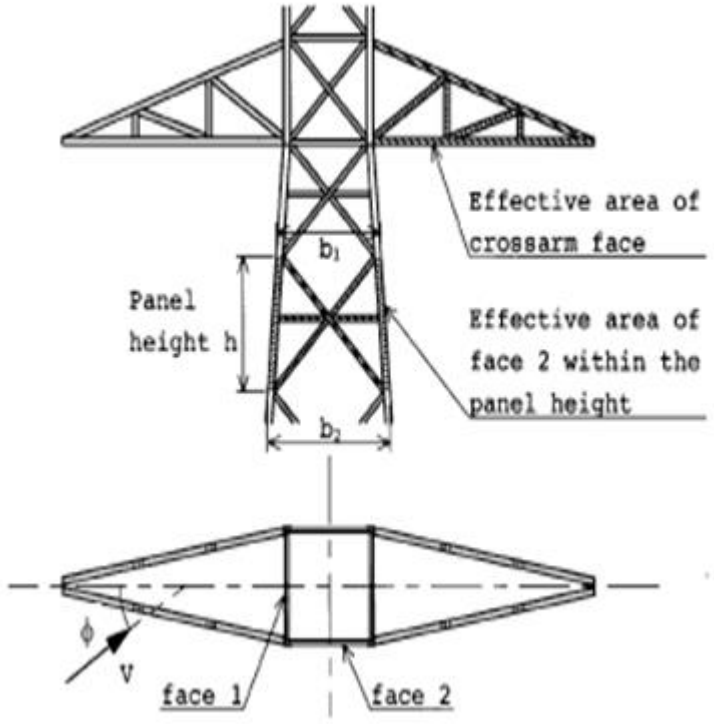
G_{tc} este factorul structural pentru consola zăbrelită. Valoarea recomandată este 1, dar poate fi specificată și o altă valoare;

C_{tc} este factorul de rafală pentru consolă pentru un vânt perpendicular pe axa longitudinală a consolei;

A_{tc} este aria efectivă a elementelor feţei expuse la vânt a consolei;

Φ este unghiul dintre direcţia vântului şi axa longitudinală a consolei stâlpului.

Figura 4.2 exemplifică definițiile pentru fața unui tronson al stâlpului cu zăbrele, aria efectivă, unghiul direcției vântului și coeficientul de umplere, *X*.



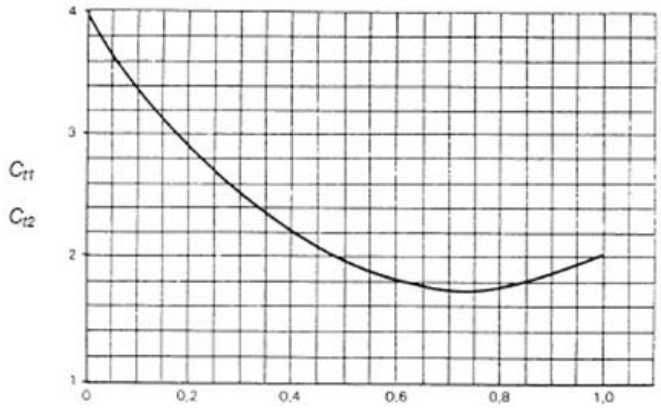
$$\chi = A_t \frac{2}{h(b_1 + b_2)}$$

Factorul de rafală C_{t1} (respectiv C_{t2}) este determinat corelat cu coeficientul de umplere χ definit în Figura 4.2 și dat de relația următoare din EN 1993-3-1:

Ct1 (respectiv Ct2 și Ctc) = 3,96 (1 – 1,5 χ +χ ^{2})

Valorile factorului de rafală sunt date în Figura 4.3.

Figura 4.3 – Factorul de rafală Ct pentru un stâlp de secţiune dreptunghiulară compus din corniere



4.4.3.2 Metoda 2

Pentru fiecare element al stâlpului, forţa din vânt este perpendiculară pe axa elementului și pe planul format de această axă și direcția vitezei vântului.

Forța din vânt este dată de relația:

$$Q_{Wm} = q_p(h) \cdot G_m \cdot C_m \cdot A_m \cdot \cos^2 \phi_m$$

unde:

$q_p(h)$ este presiunea maximă a vântului dată în 4.3.4;

h este înălțimea de referință deasupra solului luată în considerare pentru fiecare element al stâlpului;

G_m este factorul structural pentru fiecare element al stâlpului. Valoarea recomandată este 1. G_m poate fi calculat cu următoarea relație, dacă valoarea 1 nu este impusă:

$$G_m = \frac{1 + 6I_v(h)\sqrt{B^2}}{1 + 7I_v(h)}$$

Cu

$$B^2 = \frac{1}{1 + \frac{3}{2} \times \frac{H_t}{L(h)}}$$

H_t este înălțimea totală a stâlpului;

$L(h)$ este definit la 4.4.1.2.

Aceste formule provin din EN 1991-1-4:2005, Anexa C și dau valori ale lui G_m mai mici de 0,9.

C_m este factorul de rafală pentru fiecare element al stâlpului. Valoarea recomandată este 1,6; 1,6 este o valoare uzuală, în special pentru partea de sus a stâlpului, unde efectul de ecranare nu poate fi neglijat;

A_m este aria efectivă a elementului considerat și este egală cu produsul dintre lungimea și lățimea sa;

Φ_m este unghiul dintre direcţia vântului şi axa planului normal al elementului stâlpului considerat.

4.4.4 Forțele din vânt pe stâlpii tubulari

Forţele din vânt pe stâlpii tubulari (din metal, beton, lemn etc.) rezultă din forţele transmise de conductoare şi lanţurile de izolatoare, cât şi presiunea vântului acţionând direct pe stâlp.

Înălțimea de referință considerată la evaluarea forţelor din vânt pe stâlpii tubulari poate fi determinată folosind una dintre metodele următoare:

• Metoda 1: stâlpul tubular este împărțit pe tronsoane și înălțimea de referință reprezintă înălțimea deasupra solului a centrului geometric a tronsonului considerat;

• Metoda 2: stâlpul tubular este considerat ca o structură verticală și înălțimea de referință reprezintă un procent din înălțimea total a stâlpului tubular. Valoarea recomandată este 60%.

Forța din vânt pe stâlp perpendicular pe direcția vântului poate fi determinată cu relația:

unde:

qp(h) este presiunea dinamică maximă dată în 4.3.4;

h este înălțimea de referință deasupra a stâlpului tubular;

Gpol este factorul structural pentru stâlpul tubular. Valoarea recomandată este 1, dar poate fi specificată și o altă valoare.

Cpol este factorul de rafală pentru stâlpul tubular;

Apol este aria stâlpului tubular sau aria tronsonului stâlpului tubular pe un plan vertical perpendicular pe direcția vântului.

Următorii factori de rafală Cpol, sunt reprezentativi, conform EN 1991-1-4 și considerând un factor de flambaj ($\psi\lambda$) egal cu 0,9 pentru un coeficient de zvelteţe (λ) egal cu 60.

- stâlpi tubulari din oțel, din beton sau de lemn cu:

secțiune dreptunghiulară, triunghiulară	1,8
secțiune hexagonală (șase colțuri)	1,4
secțiune octogonală sau decagonală (opt sau zece colțuri)	1,2
secțiune dodecagonală (douăsprezece colțuri)	1,0
secțiune hex-decagonală (șaisprezece colțuri)	0,7
secțiune circulară	0,7

- stâlpi de lemn cu secțiune circulară 0,9
- stâlpi de lemn jumelați sau în formă de A cu secțiune circulară

în planul stâlpului, partea stâlpului expusă la vânt	0,9
în planul stâlpului, partea ecranată a stâlpului	
pentru a < 2 dm	0

pentru 2 dm ≤ a ≤ 6 dm	0,35
pentru a > 6 dm	0,7
perpendicular pe planul stâlpului pentru a < 2 dm	0,9

unde

a este distanța dintre doi stâlpi la jumătatea înălțimii structurii;

d_m este valoarea medie a diametrelor a doi stâlpi separați.

Pentru stâlpii tubulari cu secțiune dreptunghiulară, pentru o mai mare acuratețe, trebuie respectat EN 1991-1-4.

4.5 Încărcările din chiciură (gheaţă)

4.5.1. Generalităţi

Acest paragraf indică regulile pentru stabilirea forţelor datorate depunerilor de chiciură pe conductoare, QI. În măsura în care este posibil acestea se folosesc, de asemenea, şi pentru ancore, etc.

Există două tipuri principale de chiciură (gheaţă) determinate de procesul de formare:

- precipitaţii de chiciură (gheaţă), care pot fi zăpadă umedă sau gheaţă lucioasă;
- gheaţă sub formă solidă, care poate fi chiciură moale sau tare.

4.5 Încărcările din chiciură (gheaţă)

4.5.1. Generalităţi

Acest paragraf indică regulile pentru stabilirea forţelor datorate depunerilor de chiciură pe conductoare, QI. În măsura în care este posibil acestea se folosesc, de asemenea, şi pentru ancore, etc.

Există două tipuri principale de chiciură (gheaţă) determinate de procesul de formare:

- precipitaţii de chiciură (gheaţă), care pot fi zăpadă umedă sau gheaţă lucioasă;
- gheaţă sub formă solidă, care poate fi chiciură moale sau tare.

NOTA 1 Descrieri detaliate ale condiţiilor meteorologice privind încărcările din chiciură sunt date în IEC 61774 şi ISO 12494.

În zonele în care se întâlnesc ambele tipuri, adesea este dificil să se poată face o deosebire între acestea.

Acesta este cazul particular al zonelor muntoase, unde evenimentele meteorologice cele mai severe sunt o combinaţie ale acestor două tipuri. Pentru cele două tipuri menţionate mai sus, se pot folosi independent metodele statistice descrise în acest paragraf.

Când se determină valorile de proiectare ale acţiunii încărcărilor provenite din chiciură, trebuie luată în considerare influenţa terenului. Nu este posibil să se prevadă reguli simple şi generale pentru efectele terenului, dar informaţii privind topografia locală pentru cele două tipuri de depuneri de gheaţă pot fi găsite în IEC sau ISO menţionate mai sus.

Dacă sunt condiţii climatice şi atmosferice diferite de-a lungul liniei, aceasta trebuie împărţită în secţiuni.

În numeroase ţări datele statistice privind depunerile de chiciură sunt puţine. De aceea, încărcările din chiciură sunt de cele mai multe ori specificate pe baza experienţei directe sau a aplicațiilor pe termen lung cu rezultate pozitive.

În Anexa 6 sunt specificate principiile de bază pentru evaluarea statistică a încărcărilor din chiciură, în scopul determinării încărcării maxime.

IEC 61774 și ISO 12494 indică mijloacele pentru colectarea datelor statistice pentru depunerile de gheață. În practică se folosesc clasele de gheață (IC) din ISO 12494 pentru definirea valorilor caracteristice a încărcărilor din gheață.

În ceea ce privește zăpada umedă, grosimea stratului poate fi considerată aceeași pentru conductoare și conductoare de protecție, cu excepția cazurilor în care din experiența în funcționare sunt indicate alte valori.

Încărcările din gheață pe alte componente pot deriva din încărcările pe conductoare, dar nu sunt tratate în mod special în acest standard.

NOTA 2 ISO 12494 dă indicații pentru evaluarea acestor încărcări.

4.5.2 Forţele datorate încărcărilor cu chiciură pe conductoare

Încărcările din chiciură pe conductoare determină forţe verticale, cât şi creşterea tracţiunii în conductoare. Forţa vezicală pe stâlp determinată de depunerile de chiciură de pe fiecare sub-conductor, de pe două deschideri adiacente este:

$Q_I = I (L_{W1} + L_{W2})$

unde:

I este încărcarea din chiciură pe unitatea de lungime a conductorului (N/m);

Lw1 şi Lw2 sunt deschiderile la încărcări verticale ale celor două deschideri adiacente.

Lungimile deschiderilor la încărcări verticale a două deschideri adiacente, Lw1 și Lw2 depind de săgeata conductorului acoperit cu chiciură și de distanțele orizontale și verticale dintre punctele lor de prindere.

4.6 Încărcări combinate din vânt şi chiciură

4.6.1 Probabilităţi combinate

În acest standard sunt considerate doar încărcările combinate din vânt şi chiciură pe conductoare. Încărcările din vânt pe stâlpii acoperiţi cu chiciură (gheaţă) şi pe izolatoare pot fi tratate similar dacă se foloseşte un coeficient de rafală corespunzător.

NOTA ISO 12494 dă indicații pentru evaluarea acestor încărcări

Efectul vântului pe un conductor acoperit cu chiciură este determinat cu ajutorul a trei variabile:

• viteza vântului pe durată de timp în care conductorul este acoperit cu chiciură (gheaţă);

• masa învelişului de chiciură (gheaţă);

• forma învelişului de chiciură (gheaţă), adică diametrul echivalent şi coeficientul de rafală relevant.

În acest standard este folosită o metodă simplificată pentru determinarea acestui efect, considerând două combinaţii esenţiale:

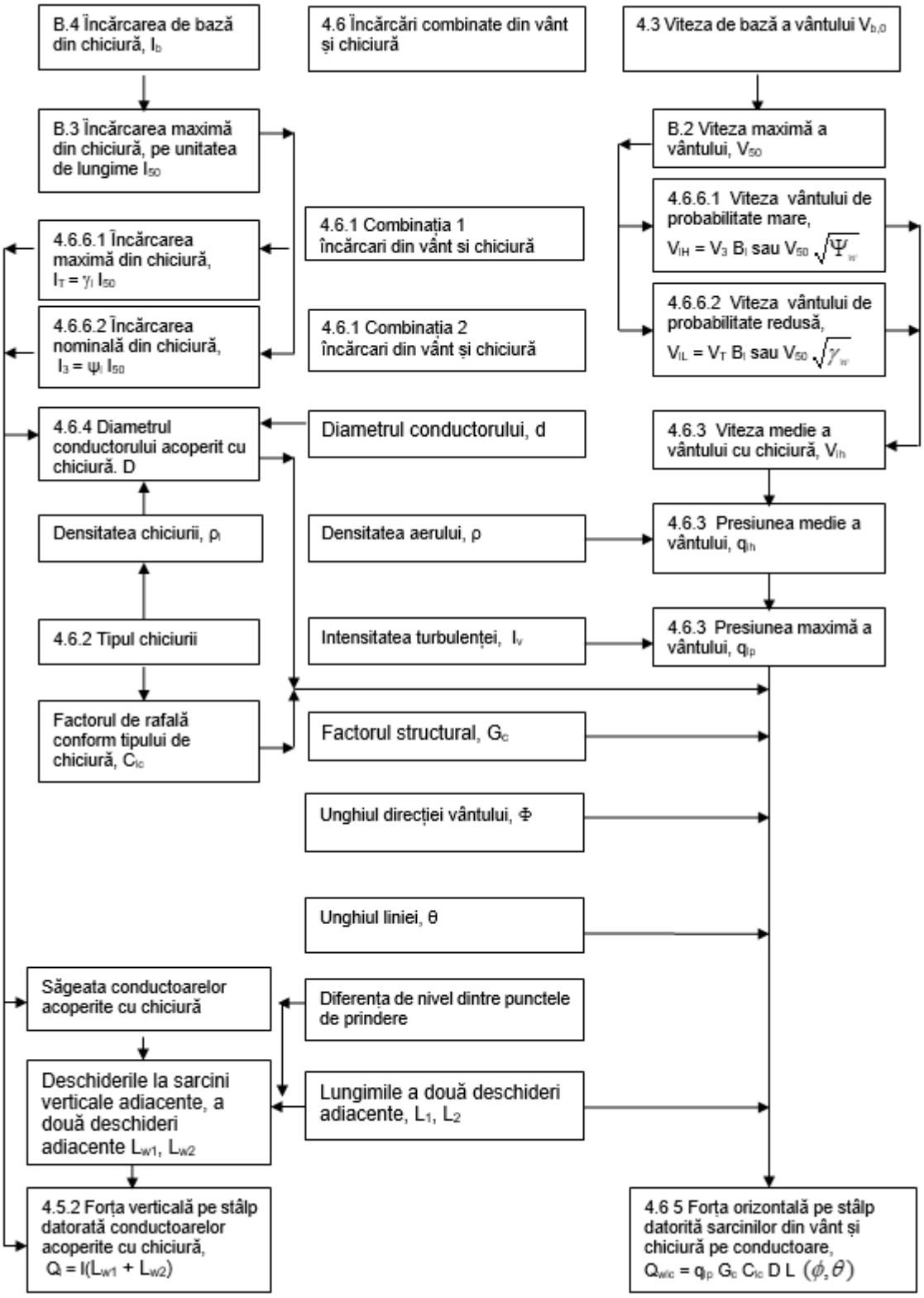
- încărcare maximă (sau de probabilitate scăzută) de chiciură, lT combinată cu o probabilitate ridicată a vitezei vântului, VIH (descrisă la 4.6.6.1);
- O încărcare nominală (sau de probabilitate ridicată) de chiciură, I3 combinată cu o probabilitate scăzută a vitezei vântului, VIL (descrisă la 4.6.6.2).

Combinaţiile de încărcări şi factorii de combinații pot include viteze mai mici ale vântului conform experienţei locale. Conform liniilor electrice aeriene cu tensiuni mai mari de 1 kV și mai mici de 45 kV, trebuie considerate toate scenariile combinațiilor încărcărilor din vânt și chiciură.

Diagrama 4.2 rezumă structura Sub-clauzei 4.6 a încărcărilor combinate din vânt și chiciură.

Schema logică 4.2 – Structura sub-clauzei 4.6 privind încărcările din vânt și chiciură

Diagrama 4.2 rezumă structura Sub-clauzei 4.6 a încărcărilor combinate din vânt și chiciură.



4.6.2 Coeficienţii de rafală şi densităţile chiciurii

Tabelul 4.5 dă valorile caracteristice pentru densitatea diferitelor tipuri de chiciură pentru o gamă de valori ale coeficientului de rafală.

NOTĂ Valorile din Tabelul 4.5 sunt corelate corespunzător pentru simplificarea metodelor de proiectare propuse de acest standard. Dacă este necesar, ISO 12494 indică modalitățile pentru o determinare mai precisă a acestor valori.

Tabelul 4.5 – Coeficienţii de rafală Clc şi densitatea ρI (kg/m3) pentru diferite tipuri de chiciură

Tipul gheţii	Zăpadă umedă	Gheaţă lucioasă	Chiciură moale	Chiciură tare
C_{lc}	1,0	1,0	1,2	1,1
ρ_I	500	900	300	700

4.6.3 Presiunea medie și presiunea maximă a vântului

Presiunea medie a vântului, $q_{lh}(h)$ (în N/m²) cu chiciură este calculată ca la 4.3.3:

$$\rho_{lh}(h) = \frac{1}{2}\rho \cdot V_{lh}^2(h)$$

unde:

ρ este densitatea aerului în kg/m^3 (vezi 4.3.3).

$V_{Ih}(h)$ este viteza medie a vântului la înălţimea de referință h deasupra solului conform combinaţiei actuale specificate la 4.6.1.

Presiunea maximă a vântului, $q_{lp}(h)$ (în N/m²) cu chiciură este calculată ca la 4.3.4:

$$q_{lp}(h) = \left[1 + 7I_v(h)\right] \cdot q_{lh}(h)$$

unde:

q_{lh} (h) este presiunea medie a vântului (de mai sus);

I_v (h) este intensitatea turbulenței (vezi 4.3.4).

4.6.4 Diametrul echivalent D al unui conductor acoperit cu gheaţă

Chiar dacă forma depunerii de gheață este mai curând neregulată, ea este considerată aici ca având o formă cilindrică cu diametru D:

$$D = \sqrt{d^2 + \frac{4I}{9{,}81\pi\rho_l}}$$

unde:

d este diametrul conductorului (m),

I este sarcina de gheaţă pe unitatea de lungime a conductorului (N/m) conform combinaţiei specificate la 4.6.1.

ρ_λ este densitatea chiciurii conform tipului de chiciură (kg/m^3) și factorului de rafală (vezi Tabelul 4.5).

4.6.5 Forţele din vânt pe stâlpi datorită depunerilor de chiciură de pe conductoare

Analog relaţiei de la 4.4.1, forţa din vânt pe conductoarele acoperite cu chiciură are expresia:

- în direcția consolelor:

$$Q_{Wlc_V} = q_{lp}(h) \cdot G_c \cdot C_{lc} \cdot D\left[\pm \frac{L_1}{2} \cos^2\left(\phi + \frac{\theta_1}{2}\right) \cos\left(\frac{\theta_1}{2}\right) + \frac{L_2}{2} \cos^2\left(\phi - \frac{\theta_2}{2}\right) \cos\left(\frac{\theta_2}{2}\right) \right]$$

- perpendicular pe console:

$$Q_{Wlc_U} = q_{lp}(h) \cdot G_c \cdot C_{lc} \cdot D\left[\pm \frac{L_1}{2} \cos^2\left(\phi + \frac{\theta_1}{2}\right) \sin\left(\frac{\theta_1}{2}\right) - \frac{L_2}{2} \cos^2\left(\phi - \frac{\theta_2}{2}\right) \sin\left(\frac{\theta_2}{2}\right) \right]$$

unde:

$q_{lp}(h)$ este presiunea maximă a vântului dată la 4.6.3;

h este înălțimea de referință a conductorului;

G_c este factorul structural al conductorului (vezi 4.4.1.2);

C_{lc} este factorul de rafală pentru conductoarele acoperite cu chiciură, dat la 4.6.2;

D este diametrul echivalent al conductorului acoperit cu chiciură, dat 4.6.4;

L_1 şi L_2 sunt lungimile a două deschideri adiacente;

Φ este unghiul dintre direcţia vântului și axa longitudinală a consolei definit în Figura 4.1.a;

θ_1 şi θ_2 $(\theta_1 + \theta_2)/2 = \theta$ este unghiul schimbării direcției liniei definit în Figura 4.1.a.

NOTA Pentru combinaţiile de încărcări cu viteze reduse ale vântului, valorile folosite pentru G_c sunt relevante. Pentru calculul tracţiunii în conductor trebuie considerată o reducere a efectului presiunii vântului datorită lungimii panoului dacă condiţiile din teren şi înălţimea conductoarelor deasupra solului rămân aceleaşi. În acest caz, poate fi aplicat un coeficient de deschidere stabilit pe baza lungimii panoului.

4.6.6 Combinații ale vitezelor vântului și încărcărilor de chiciură

4.6.6.1 Încărcare maximă de chiciură IT combinată cu o probabilitate ridicată a vitezei vântului VlH

Încărcarea maximă (sau probabilitate ridicată) din chiciură, IT cu o perioadă de revenire teoretică de T ani este definită în Anexa 6, sub-clauza 6.3 sau este dată de relația:

$I_T = \gamma_I \, I_{50}$

unde

γ_I este factorul parțial pentru încărcarea din chiciură.

Asociată cu chiciură, viteza vântului de probabilitate ridicată, V_{IH} este egală cu V_3 cu o perioadă de revenire teoretică de T = 3 ani conform Anexei 6, sub-clauza 6.2 înmulțit cu un factor de reducere, B_I:

$V_{IH} = V_3 \, B_I$

sau:

$V_{IH} = V_{50} \sqrt{\Psi_W}\ B_I$

unde

Ψ_W este factorul de combinație pentru încărcările din vânt.

Ψ_W include efectul factorului de reducere, B_I. Factorul de reducere, B_I depinde de tipul chiciurii.

Pentru zăpadă umedă, B_I este egal cu 0,7 și pentru gheața din nori este 0,85. Ca urmare, în Tabelul 4.7 a fost introdusă o valoare reprezentativă a factorului de combinație pentru acțiunea vântului, W, egal cu 0,4.

4.6.6.2 Încărcare nominală de chiciură I3 combinată cu o probabilitate redusă a vitezei vântului VlL

Încărcarea nominală (sau probabilitate redusă) din chiciură, I_3 cu o perioadă de revenire teoretică de 3 ani este definită în Anexa 6, sub-clauza 6.3 sau este dată de relația:

$I_3 = \Psi_I I_{50}$

unde

Ψ_I este factorul de combinație pentru încărcările din chiciură.

Asociată cu chiciura, viteza vântului de probabilitate redusă, V_{IL} este determinată ca viteză maximă a vântului V_T cu o perioadă de revenire T ani, conform Anexei 6, sub-clauza 6.2, înmulțită cu un factor de reducere, B_I, dat la paragraful 4.6.6.1 de mai sus, sau este egală cu:

$V_{IHL} = V_T B_I = (V_{50} \sqrt{\gamma_W})B_I$

unde

γ_W este factorul parțial pentru încărcările din vânt.

NOTA 1

Valorile factorilor de combinație sunt corelate corespunzător pentru simplificarea metodelor de proiectare propuse de acest standard.

NOTA 2

ISO 12494 indică o metodă alternativă cu un factor de reducere k aplicat sarcinilor din vânt.

NOTA 3

O altă simplificare poate fi făcută de către țările care au experiență că una sau două dintre combinațiile menționate mai sus nu sunt niciodată critice. În unele țări este de asemenea necesar să se studieze posibilitatea probabilității ridicate.

Ipotezele de proiectare care folosesc trei ani ca perioadă de revenire a sarcinii pentru un parametru meteorologic asociat cu un alt parametru maxim presupun că fenomenele de gheaţă şi de vânt au loc în mod independent. În cazul în care statisticile disponibile arată alte date pentru o anumită regiune, se recomandă utilizarea factorilor de combinaţie modificați, pe baza statisticilor, chiar dacă aceştia sunt mai mici decât cei specificați.

4.7 Efectele temperaturii

Pentru liniile electrice aeriene cu tensiune nominală peste 45 kV, efectele temperaturii pentru cinci situaţii de proiectare diferite ar putea fi aplicate în general aşa cum este descris mai jos. Ele vor depinde de alte acţiunii climatice prezente, dacă este cazul.

a) se va considera o temperatură minimă, fără nici o altă acţiune climatică.
b) se va considera o temperatură ambiantă normală de referinţă considerată pentru condiţia de vânt maxim.
c) se va considera condiţia de viteză redusă a vântului combinată cu temperatura minimă.
d) se va considera o temperatură asociată cu formarea gheţii. Pentru ambele tipuri de formare a gheţii poate fi folosită temperatura de 0°C, dacă nu este specificat altfel. O temperatură mai coborâtă trebuie considerată în regiunile unde deseori temperatura scade semnificativ după o ninsoare.
e) se va considera o temperatură asociată pentru combinaţia de vânt şi gheață.

Este prevăzut ca temperaturile minimale foarte scăzute să fie aplicabile pentru perioade de revenire T mai mari cum este indicat în Tabelul 3.1.

4.8. Încărcări de securitate

4.8.1 Generalități

Încărcările de securitate din acest standard sunt specificate pentru cerinţele minime de rezistenţă la torsiune (răsucire) şi rezistenţă longitudinală a stâlpilor prin definirea încărcărilor de rupere. Încărcările considerate sunt, pe o parte încărcările din tracţiunea conductorului şi pe de altă parte supraîncărcările datorate avariilor. Cerinţele naţionale şi regulile de calcul pot fi definite în Specificația de Proiect.

4.8.2 Încărcări de torsiune

În oricare punct de prindere al conductorului de protecţie şi al conductorului activ, va fi aplicată principala încărcare statică reziduală, provenită din tracţiunea în conductorului activ, în sub-conductor sau în conductorului de protecţie din deschiderea adiacentă. Tracţiunea în câteva sub-conductoare sau conductoare poate fi considerată în acelaşi caz de încărcare (până la totalitatea conductoarelor) pentru condiţii mai severe. Încărcările şi tracţiunile conductoarelor pot fi calculate și definite valorile de calcul la temperatura ambiantă normală de referinţă fără nici o încărcare din vânt sau gheață. Aceasta se aplică de asemenea la toate conductoarele de protecţie sau conductoarele active. Condiţii climatice mai severe pot fi prevăzute în Specificaţia de Proiect.

4.8.3 Încărcări longitudinale

Încărcările longitudinale vor fi aplicate simultan la toate punctele de prindere.

Încărcările pe stâlp vor fi egale cu încărcările de avarie – produse de tracţiunea în conductoare în toate deschiderile, într-o direcţie pe stâlp – atunci când o supraîncărcare fictivă egală cu greutatea proprie a conductoarelor (afectată de un factor, dacă este cerut) este considerată în toate deschiderile în cealaltă direcţie. În mod alternativ, încărcările pot fi determinate considerând tracţiunea conductoarelor pe o singură direcţie.

Încărcările şi tracţiunile conductoarelor sunt calculate la temperatura ambiantă normală de referinţă fără nici o încărcare din vânt şi reprezintă valorile finale de proiectare. Condiţii climatice mai severe pot fi prevătute în Specificaţia de Proiect.

NOTA

Sarcina transferată de la conductor la stâlp va depinde de gradul de libertate la punctul de prindere al conductorului. Pentru conductoare susţinute de lanţuri de izolatoare de susţinere de lungime standardizată, încărcările vor avea mici deosebiri, datorită înclinării lanţului.

4.8.4 Condiţiile mecanice

Încărcările de siguranţă rezultate din paragrafele 4.8.2 și 4.8.3, pentru stâlpii de susţinere, pot fi calculate luând în consideraţie slăbirea încărcării rezultând din orice balansare a lanţurilor de izolatoare şi din deformarea elastică sau rotaţia stâlpului. Calculul poate fi efectuat în mod normal pentru deschiderea nominală a panoului liniei.

Valorile încărcărilor de siguranţă (rezultate din paragrafele 4.8.2 și 4.8.3), pot fi de asemenea limitate prin dispozitive proiectate pentru acest scop (de exemplu, clemă cu alunecare).

Alternativ, încărcarea de siguranţă poate fi determinată ca o parte din tracţiunea conductorului, după cum urmează:

$A_K = \beta\ T_0$

unde :

A_K este tracţiunea reziduală caracteristică a conductorului;

β este factorul de reducere pentru tracţiunea conductorului;

T_0 este tracţiunea iniţială orizontală în conductor.

Diverşi factori β pot fi aleşi pentru a acoperi diferite condiţii importante rezultate din paragrafele 4.8.2 și 4.8.3. Poate fi aplicat un factor parţial pe tracţiunea reziduală caracteristică a conductorului.

4.9. Încărcări de siguranţă

4.9.1 Încărcări rezultate din construcţie şi întreţinere

Stâlpii trebuie să fie capabili să reziste la toate încărcările de construcţie şi întreţinere, care pot fi aplicate pe ei cu o rezervă de siguranţă corespunzătoare, luând în consideraţie procedurile de lucru, ancorările temporare, amendările pentru clădire, etc. Suprasolicitarea stâlpilor trebuie prevenită prin specificarea unor proceduri permisibile şi/sau a capacităţilor de încărcare.

4.9.2 Încărcări rezultate din greutatea liniorilor

Încărcările caracteristice de montaj şi întreţinere pe console nu vor fi mai mici de 1,0 kN acţionând împreună cu încărcările permanente, şi, dacă sunt importante, cu alte încărcări impuse. În cazul unor structuri de oţel cu zăbrele, aceste forţe vor acţiona în cel mai nefavorabil nod individual de pe faţa inferioară a unei console, şi în toate celelalte cazuri în axa consolelor, în punctul de prindere al conductoarelor.

Acolo unde sunt montate pasarele sau platforme de lucru, ele vor fi proiectate pentru încărcările maxime. Cerinţele ar putea fi date în Specificaţia de Proiect.

Pentru toate barele care pot fi folosite la cățărare şi care sunt înclinate cu un unghi mai mic de 30° faţă de orizontală, va fi considerată o încărcare caracteristică de 1,0 kN acţionând vertical în centrul barei fără nici o altă încărcare. Cerinţe sau precauţii suplimentare trebuie să fie adăugate în cazul când se efectuează pre-asamblarea la sol.

Treptele de scară (de orice fel) vor fi dimensionate pentru o încărcare caracteristică concentrată de 1,0 kN acţionând vertical a o poziţie structural nefavorabilă.

4.10 Forţe datorate curenţilor de scurtcircuit

Trebuie luate în consideraţie efectele forţelor impuse pe acele linii aeriene care fac parte dintr-un sistem de transmisie cu caracteristici de curenţi se scurtcircuit foarte înalţi. Informaţii privind acest subiect sunt date în Anexa 9, sub-clauza 9.2.2. Cerinţele naţionale pentru forţele datorate curenţilor de scurtcircuit vor fi definite în Specificația de proiect *Încărcări rezultate din construcţie şi întreţinere.*

4.11 Alte forţe speciale

4.11.1 Avalanşe, zăpadă alunecătoare

Când liniile aeriene trebuie instalate în, sau prin zone muntoase unde ele pot fi expuse la avalanşe sau zăpadă alunecătoare, se vor lua în consideraţie posibilele încărcări suplimentare care ar putea acţiona asupra stâlpilor, fundaţiilor şi/ sau conductoarelor. Unele informaţii privind acest subiect sunt date în Anexa 9, sub-clauza 9.2.3. Cerințele naționale vor fi definite în Specificația de Proiect, dacă este necesar.

4.11.2 Cutremure

Când sunt construite linii aeriene în zone active seismic, vor fi luate în consideraţie forțele care apar pe linii datorită cutremurelor sau trepidaţiilor seismice. Unele informaţii privind acest subiect sunt date în Anexa 9, sub-clauza 9.2.4.

4.12 Ipoteze de calcul

4.12.1 Generalităţi

Pentru liniile electrice cu tensiuni mai mari de 45 kV, se aplică sub-clauzele următoare. Pentru liniile electrice cu tensiuni mai mari de 1 kV și până la 45 kV inclusiv, se aplică reglementările specifice.

Pentru proiectarea conductoarelor, a echipamentelor şi a stâlpilor incluzând fundaţiile la starea limită extremă, se va considera cazul de încărcare care dă efectul maxim pe fiecare element individual.

În cazurile în care componenta încărcării externe descreşte efortul într-un anumit element sau secțiune transversală, se va considera un caz special de încărcare în care componenta încărcării care provoacă descărcarea va fi fixată la o valoare minimă, în timp ce alte componente ale încărcării rămân neschimbate.

Un exemplu al efectului susmenţionat apare la traversa stâlpului tip portal. Sarcina datorată gheţii pe conductorul din mijloc provoacă descreşterea efortului în mijlocul traversei, şi astfel, trebuie să fie considerată ca ipoteză de calcul, încărcarea minimă de chiciură, în centrul traversei.

Un alt exemplu este un stâlp ancorat unde se introduce o excentricitate la capetele piciorului articulat pentru a reduce efectele de încovoiere datorită încărcării vântului asupra stâlpului. Trebuie să fie considerat ca ipoteză de calcul, încărcarea minimă din vântului pe stâlp.

Tracţiunile conductorului vor fi determinate conform cu încărcările acţionând asupra conductorului în cazul de încărcare definit. Componentele tracţiunii conductorului la punctele de prindere pe stâlp, incluzând efectul barelor verticale şi orizontale, vor fi luate în consideraţie în mod corespunzător. Dacă iniţial circuitele pe un stâlp multi-circuit sau sub-conductoarele unui fascicul vor fi doar parţial montate, această condiţie va fi considerată în proiect.

NOTA

Tracţiunea conductorului poate fi calculată în mod normal prin folosirea conceptului de deschidere nominală asigurând că fiecare conductor este suspendat printr-un lanţ de izolatoare permiţând deformaţiile necesare în direcţia longitudinală a liniei. Pentru terenuri plane, deschiderea nominală LR este determinată de expresia:

$$L_R = \sqrt{\frac{\sum L_n^3}{\sum L_n}}$$

unde

L_n este lungimea orizontală a fiecărei deschideri individuale n a panoului liniei.

Pentru liniile unde înălţimile capetelor unei deschideri sunt inegale, deschiderea nominală, LR este determinată mai corect prin relația:

$$L_R = \sqrt{\frac{\sum \frac{L_n^4}{C_n}}{\sum C_n}}$$

unde

C_n este lungimea înclinată a fiecărei deschideri individuale n a panoului liniei.

Încărcările pe stâlpi vor fi selectate corespunzător ţinând cont de capacitățile definite şi de scopurile propuse. În general, se face o distincţie între stâlpii de susţinere şi stâlpii de întindere. Se poate aplica şi o combinaţie a acestor tipuri de stâlpi, de exemplu, un stâlp de deviaţie sau de joncţiune.

Pot fi specificaţi şi alţi stâlpi speciali, de exemplu, stâlpi pentru mari traversări, pentru care vor fi definite condiţii specifice în Specificaţia de Proiect.

4.12.2 Cazuri de încărcări standard

Pentru controlul unei fiabilităţi adecvate şi a funcţiilor pe durata funcţionării unei linii aeriene, cazurile de încărcări, incluzând cazurile de încărcări standard specificate în Tabelul 4.6 și opțiunile date mai jos pot fi definite în Specificaţia de Proiect.

Tabel 4.6 - Cazuri de încărcări standard (Normative)

Caz de încărcare	Încărcare conform sub-clauzei	Condiţii	Observaţii
1a	4.4	Încărcări din vânt	Vezi (a)
2a	4.5	Încărcări uniforme datorate gheţii pe toate deschiderile	
2b		Încărcări uniforme datorate gheţii, încovoiere transversală	Dacă este important, vezi (b)
2c		Încărcări uniforme datorate gheţii, încovoiere longitudinală	Vezi (c)
2d		Încărcări neechilibrate datorate gheţii, încovoiere cu torsiune	Dacă este important, vezi (d)
3	4.6	Încărcări combinate de vânt şi chiciură	Vezi (e)
4	4.7	Temperatură minimă cu/fără încărcări din vânt	Dacă este important
5a	4.8.2	Încărcări de securitate, Încărcări din torsiune	Se pot aplica factori parţiali de material reduşi conform Clauzelor 7 si 8.
5b	4.8.3	Încărcări de securitate, Încărcări longitudinale	
6a	4.9.1	Încărcări de siguranță, încărcări din construcție și mentenanță	
6b	4.9.2	Încărcări de siguranță, încărcări datorate greutății liniorului	

În toate cazurile de încărcare va fi inclusă componenta verticală a acţiunilor permanente aşa cum este dată la 4.2. Acolo unde acţiunile permanente reduc efectele altor acţiuni, precum forţa de smulgere a fundaţiei, se va aplica valoarea minimă a acţiunii permanente, de exemplu raportul minim permis greutate/ deschidere la vânt. Dacă sunt aplicabile şi sunt precizate în Specificaţia de Proiect, trebuie studiate ipotezele de calcul ce implică încărcări de scurtcircuit sau alte încărcări speciale conforme paragrafelor 4.10 şi, respectiv, 4.11.

Poziţiile de la (a) la (e) se aplică conform Tabelului 4.6:

a) Se va considera o direcţie a vântului normală pe linie şi la toate celelalte unghiuri care ar putea fi critice pentru proiectare.

Ca o opţiune, sarcina din vânt pe toate deschiderile, pe direcţia încărcărilor longitudinale de pe stâlp, poate fi considerată în proiectarea stâlpilor importanţi, unde această condiţie nu este tratată cu atenţia adecvată de celelalte ipoteze de calcul definite.

b) În cazul de încărcare 2b, va fi analizată o încărcare redusă datorită gheţii egală cu sarcina caracteristică din chiciură înmulţită cu un factor de reducere α, pe toate conductoarele şi pe toate consolele pe o singură parte a stâlpului. Acest caz de încărcare este prezentat în figura 4.4. Acolo unde această condiţie de încărcare poate fi ignorată, α este definit ca fiind egal cu 1 (opțional).

c) În cazul de încărcare 2c, sarcina caracteristică datorită gheţii pe toate conductoarele, într-o singură direcţie, de la toate consolele stâlpului, va fi multiplicată cu un factor de reducţie α1, şi în altă direcţie, cu un factor de reducţie α2. Acest caz de încărcare este prezentat în Figura 4.5 (opțional).

d) În cazul de încărcare 2d, sarcina caracteristică datorită gheţii, pe toate conductoarele şi pe toate consolele, pe o singură parte a stâlpului şi într-o singură direcţie a liniei, va fi multiplicată cu un factor de reducţie α_3. Pentru restul conductoarelor, sarcina caracteristică datorită gheţii va fi multiplicată cu un factor de reducere α_4, aceasta asigurând torsiunea maximă.

   Acest caz de încărcare este prezentat în Figura 4.6. Numărul conductoarelor avariate poate fi specificat altfel în Specificația de Proiect. Acolo unde această condiţie de încărcare poate fi ignorată sau este altfel tratată în Specificația de Proiect, prin includerea în alte cazuri definite de încărcări, α_3 şi α_4 sunt definite ca fiind egale cu 1 (opțional).

e) Ca o opţiune, încărcările de avarie combinate ale vântului şi gheţii pot fi considerate în proiectarea stâlpilor importanţi acolo unde datorită locului această condiţie pare a fi rezonabilă şi nu este tratată în mod adecvat de alte cazuri definite de încărcări. Sarcina datorită gheţii şi/ sau sarcina datorită vântului este aplicată pe toate conductoarele într-o singură direcţie pe consolele stâlpului rezultând încărcări longitudinale (opțional).

În Specificația de Proiect trebuie să se specifice dacă ipotezele opționale de încărcare se aplică.

O încărcare neuniformă datorită gheţii se aplică pe 3 deschideri consecutive. Totuşi, în Specificația de Proiect pot fi specificate încărcări reduse din gheaţă, pe toate deschiderile, pe o parte a stâlpului.

Dacă nu sunt precizaţi, factorii de reducere aplicați încărcării din chiciură pe unitatea de lungime a conductorului, susmenţionaţi pot fi consideraţi după cum urmează:

$\alpha = 0{,}5$; $\alpha_1 = 0{,}3$; $\alpha_2 = 0{,}7$; $\alpha_3 = 0{,}3$; $\alpha_4 = 0{,}7$.

La evaluarea încărcărilor longitudinale pe consolele stâlpilor de întindere, proiectantul trebuie să aprecieze încărcările când deschiderile echivalente adiacente sunt sensibil diferite. A se vedea de asemenea paragraful 9.6.4 din acest standard cu privire la calculul de săgeți și tracțiuni.

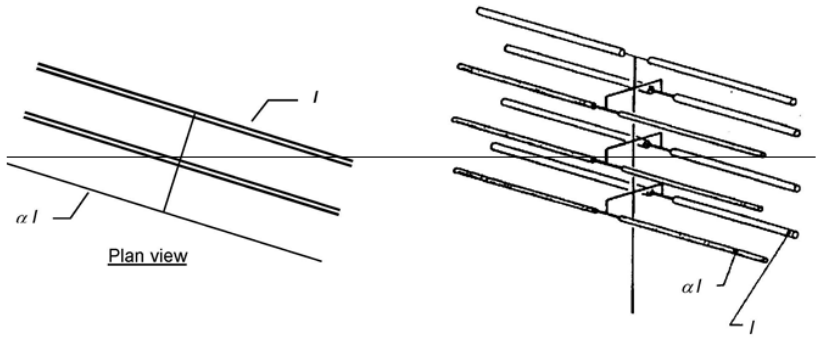


Figura 4.4 - Încovoiere transversală

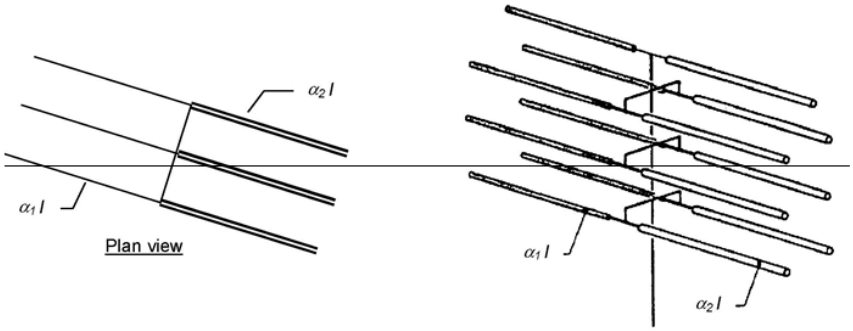


Figura 4.5 – Încovoiere longitudinală

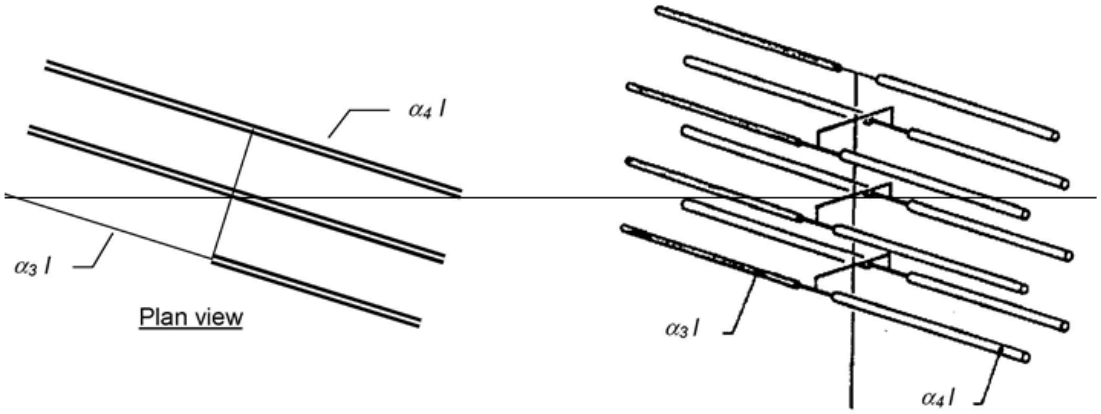


Figura 4.2.6 – Încovoiere cu torsiune

4.13 Factori parțiali pentru acțiuni

Valorile recomandate pentru factorii parțiali, □ și factorii de combinație, Ψ pentru acțiuni definiți la paragraful 3.6.2, respectiv 3.6.4 sunt dați în Tabelul 4.7.

Factori modificați pot apărea în Specificația de Proiect. În conformitate cu factorii parțiali pentru încărcările de securitate pentru linii electrice cu tensiuni mai mari de 1 kV și până la tensiunea de 45 kV inclusiv, acești factori sunt aplicabili doar când sunt specificați în Specificația de Proiect.

Tabel 4.2.8 – Factori parţiali şi factori combinaţi, stări limită extreme

Acţiune	Simbol	Nivel de fiabilitate		
		1	2	3
Acţiuni variabile (Încărcări climatice):				
Încărcare maximă de vânt	γ_W	1,0	1,2	1,4
Încărcare nominală de vânt	Ψ_W	0,4	0,4	0,4
Încărcare maximă de chiciură	γ_I	1,0	1,25	1,50
Încărcare nominală de chiciură	Ψ_I	0,35	0,35	0,35
Acţiuni permanente				
Greutate proprie	γ_G	1,0		
Încărcări de securitate (Acţiuni accidentale):				
Încărcări torsionale datorate tracțiunii în conductor	γ_{A1}	1,0		
Încărcări longitudinale datorate tracțiunii în conductor	γ_{A2}	1,0		
Încărcări de siguranţă				
Încărcări de construcţie şi întreţinere (a)	γ_P	1,5		
Factorii parţiali pe acţiunile susmenţionate trebuie consideraţi în corelaţie cu factorii parţiali ai proprietăţilor materialului, care sunt definiţi în alte clauze ale standardului.				
(a) Valoarea acţiunii combinate de vânt şi chiciură poate fi considerată ca forţe actuale posibil să apară pe durata construcţiei şi întreţinerii. în mod frecvent, efectele acțiunilor vântului şi chiciuri pot fi neglijate.				

ANEXA 5 - Coordonarea la rezistență

Coordonarea la rezistenţă (copie din Standardul românesc SR EN 50341-1: 2013)

5.1 Criteriul de proiectare recomandat

În scopul stabilirii unei coordonări corespunzătoare a rezistenţei, sunt recomandate următoarele criterii:

a) componenta cu nivelul cel mai scăzut de fiabilitate trebuie aleasă, astfel încât să introducă cel mai mic efect de încărcare secundar (dinamic sau static) pe alte componente, în scopul minimizării avariei în cascadă;

b) timpul de reparare şi costurile aferente avariei trebuie ţinute la minimum;

c) ideal, componenta cu cea mai mică fiabilitate are un raport al limitei daunelor pe limita de avarie aproape de valoarea 1,0;

NOTĂ.

Poate fi dificil de coordonat rezistenţa componentelor, când cea cu cea mai scăzută fiabilitate are o dispersie mare a rezistenţei.

d) o componentă cu cost scăzut în serie cu o componentă cu cost ridicat trebuie proiectată să fie cel puţin la fel de rezistentă şi fiabilă ca majoritatea componentelor, dacă consecinţele avariei sunt la fel de severe ca avaria acestei componente majore. O excepţie de la acest criteriu este când o componentă este proiectată special să

acţioneze ca un dispozitiv de limitare a încărcării. În acest caz, rezistenţa sa trebuie bine reglată cu cea a componentei care trebuie protejată.

Dacă componentele liniei, cum ar fi stâlpii de susţinere, stâlpii de întindere, conductoarele, fundaţiile şi armăturile, sunt analizate folosind criteriile de mai sus, se observă că, conductoarele nu trebuie să fie componenta cea mai slabă datorită a, b şi c; armăturile, datorită d; stâlpii de întindere, datorită a şi b; şi fundaţiile, datorită b şi c.

5.2 Coordonarea la rezistenţă propusă

O coordonare corespunzătoare a rezistenţei, aplicând criteriile recomandate la 5.1 de mai sus, este dată în Tabelul 5.1.

Din Tabelul 5.1 se observă că stâlpii de susţinere sunt componenta cu cea mai mică fiabilitate şi vor ceda primii, când linia este supusă unor încărcări care depăşesc valorile de proiectare.

Tabelul 5.1 – Coordonarea rezistenţei.

	Componenta principală	**Coordinarea în cadrul componentelor principale***
A ceda primul	Stâlpi de susţinere	Stâlpi, fundaţii, armături
A nu ceda primul, cu o siguranţă de 90 %	Stâlpi de întindere Stâlpi de secţionare Stâlpi terminali	Stâlpi, fundaţii, armături
	Conductoarele	Conductoare, izolatoare, armături
NOTĂ. Coordonarea rezistenţei de mai sus poate fi aplicată celor mai multe linii electrice. Există totuşi unele situaţii în care pot fi folosite diferite criterii care sa conducă astfel la alte succesiuni de cedare a componentelor.		
* În cadrul fiecărei componente principale, componenta subliniată este cea mai slabă pentru un nivel de siguranţă de 90%.		

În scopul amplificării factorilor de multiplicare ai factorilor parţiali specificaţi în acest standard, legat de sarcina coordonării rezistenţei, pot fi luate în considerare două metode:

- pentru componenta cu cea mai mică sarcină de fiabilitate, încărcările de proiectare trebuie folosite împreună cu factorii parţiali pentru acţiuni specificate în acest standard. Componentele următoare, cu sarcini de fiabilitate mai mari, trebuie apoi proiectate cu o limită de excludere mai mică (factorul procentual 5-10 mai scăzut), corespunzător aceleiaşi valori de proiectare a acţiunii.
- factorii parţiali pentru proprietăţile materialelor trebuie stabiliţi, astfel încât sarcina de coordonare a rezistenţei dintre două componente să fie atinsă cu un nivel ridicat de siguranţă (aprox. 80 % spre 90 %).

NOTĂ. Datorită distribuţiei aleatoare a proprietăţilor materialelor, este teoretic imposibil să se garanteze cu un nivel de siguranţă de 100%, că succesiunea cedării componentelor se va produce în toate cazurile.

ANEXA 6 - Conversii ale vitezelor vântului și ale depunerilor de chiciură

Conversii ale vitezelor vântului şi ale depunerilor de chiciură (copie din Standardul românesc SR EN 50341-1: 2013)

6.1. Definirea simbolurilor folosite în această anexă

Simbol	Semnificaţie
C_I	Factor de conversie
C_1,C_2	Parametrii Gumbel
I_B	Încărcarea din chiciură pe unitatea de lungime
I_T	Încărcarea maximă din chiciură cu o perioada de revenire de T ani
I_m	Încărcarea maximă anuală din chiciură
I_{max}	Încărcarea maximă din chiciură observată mai mulţi ani
I_{mm}	Valoarea medie a încărcărilor maxime anuale din chiciură
I_3	Încărcarea nominală din chiciură cu o perioadă de revenire de 3 ani
I_{50}	Încărcarea maximă din chiciură cu o perioadă de referință de revenire de 50 ani
K_{sp}	Parametru de formă
n	Exponent în formula lui CT
n	Numărul anilor de observație
Q_{WT}	Încărcarea din vânt cu perioada de revenire T
T	perioada de revenire
V_T	Viteza vântului cu perioada de revenire de T ani
V_3	Viteza nominală a vântului cu perioada de revenire de 3 ani
V_{50}	Viteza maximă a vântului cu perioada de revenire de referință de 50 de ani
V_I	Coeficientul de variaţie al încărcărilor maxime anuale din chiciură
V_w	Coeficientul de variaţie al vitezei maxime anuale a vântului
γ_I, γ_W	Factorii parțiali pentru acțiunile din chiciură și vânt
Ψ_I, Ψ_W	Factorii de combinație pentru acțiunile din chiciură și vânt

6.2. Evaluarea datelor privind viteza maximă a vântului

Viteza maximă a vântului V_T, cu o perioadă de revenire de T ani corespunde unui nivel de fiabilitate ales pentru linii electrice de înaltă tensiune.

Conversia vitezei maxime, V_{50}, asociată unei perioade de referinţă de revenire de 50 de ani, într-o altă viteză a vântului, V_T asociată unei alte perioade de revenire T se poate face folosind factorul de conversie, C_T (factorul de probabilitate, C_{prob} din EN 1991-1-4) dat de expresia:

$$C_T = V_T / V_{50} = \left(\frac{1 - K_{sp} \ln(-\ln(1 - 1/T))}{1 - K_{sp} \ln(-\ln(1 - 1/50))} \right)^n$$

Unde

T este perioada de revenire (în ani) asociată vitezei V_T;

K_{sp} este parametrul de formă

n este exponent. Valoarea recomandată este 1, dar o altă valoare poate fi specificată.

Această expresie a lui C_T provine de la o distribuție de tip Gumbel după cum este descris în Anexa 10, aplicată vitezei vântului.

NOTA 1

În EN 1991-1-4, valoarea recomandată pentru n este 0,5 deoarece se presupune că presiunea vântului (şi nu viteza vântului) presupune să urmeze o distribuţie Gumbel.

Valoarea lui Ksp poate fi determinată în conformitate cu:

- coeficientul de variație a vitezei maxime a vântului, v_W;
- mărimea seriilor de măsurare (în ani);
- parametrii C_1 şi C_2 ai distribuţiei în funcţie de lungimea din seriilor de măsurare, cu expresia:

$$K_{sp} = \frac{v_W}{C_1 - C_2\, v_W}$$

Pentru 30 de ani de observare a vântului maxim, valorile C_1 şi C_2 pot fi determinate în conformitate cu Tabelul 10.1 din Anexa 10: $C_1 = 1{,}1124$ şi $C_2 = 0{,}5362$.

NOTA 2 În EN 1991-1-4, se presupune că numărul de ani de observare este foarte mare. În acest sens $C_1 = \pi/\sqrt{6}$ şi $C^2 = 0{,}57722$ (constanta lui Euler).

Cu un coeficient de variație v_W egal cu 0,12 pe o perioadă de observare a vântului maxim de 30 de ani, K_{sp} este 0,114.

NOTA 3 Un coeficient reprezentativ de variaţie v_W pentru presiunea vântului în Europa se presupune a fi 0,24. Un astfel de coeficient de variație, asociat unui număr foarte mare de ani de observare, conduce la valoarea recomandată din EN 1991-1-4 pentru K_{sp} ($K_{sp} = 0{,}2$).

EN 1991-1-4 poate specifica alte valori ale datelor meteorologice aplicabile datelor meteorologice locale.

Cu T = 3 ani, C_T poate converti viteza vântului maxim, V_{50} în viteza nominală a vântului, V_3.

Toate valorile de C_T pentru 3, 50, 150 si 500 de ani din Tabelul 6.1 sunt obţinute cu $K_{sp} = 0{,}114$.

Celelalte valori mai aplicabile datelor meteorologice locale pot fi specificate în Specificația de Proiect.

C^2_T poate fi folosit direct pentru a determina factorii parţiali legați de nivelul lor de fiabilitate, pentru că încărcarea din vânt, Q_{WT} este proporţională cu pătratul vitezei, V_T a vântului. C^2_T din Tabelul 6.1 reprezintă valoarea teoretică a factorilor parţiali pentru acţiunea vântului, γ_W:

$$Q_{WT} = \gamma_W\, Q_{W50}$$

În cazul unei perioade de revenire de 3 ani, este folosit factorul de combinație pentru acțiunea din vânt, Ψ_W:

$$Q_{W3} = \Psi_W\, Q_{W50}$$

Tabelul 6.1 – Factorii de conversie pentru diferite perioade de revenire ale vitezei vântului.

Nivel de fiabilitate	Perioada de revenire T (ani)	Factorul de conversie $C_T=V_T/V_{50}$	C^2_T	Factorul parțial (Tabelul 4.7)	Factorul de combinație (Tabelul 4.7)
Vânt nominal	3	0,76	0,58	-	0,4
1(referința)	50	1,00	1,00	1	-
2	150	1,09	1,18	1,2	-
3	500	1,18	1,40	1,4	-

6.3. Definirea încărcării maxime din chiciură

Încărcarea maximă din chiciură I_T este egală cu încărcarea din chiciură cu o perioadă de revenire, T, care corespunde unui nivel de fiabilitate ales pentru linii electrice de înaltă tensiune.

Încărcarea maximă din chiciură poate fi calculată conform distribuţiei Gumbel pentru valori maxime pe baza valorii medii I_{mm}, coeficientului de variaţie v_I pentru încărcări maxime anuale din chiciură (a se vedea 6.4.4 şi 6.4.5) şi un număr de ani cu valori maxime anuale, n. Când n < 10, n se consideră egal cu 10.

Tabelul 6.2 indică factorii corespunzători altor perioade de revenire. Pentru această transformare, se folosesc v_I = 0,7 şi n = 10 ani. Perioada de revenire T = 3 ani, trebuie folosită pentru calculul încărcării nominale din chiciură I_3 (cu o probabilitate mare de apariţie), definită la 4.6.6.2.

Factorii de conversie din Tabelul 6.2 reprezintă valoarea teoretică a factorului parţial pentru acţiunea din chiciură, γ_I,

$I_T = \gamma_I \, I_{50}$

şi, în cazul unei perioade de revenire de 3 ani, factorul combinat pentru acţiunea din chiciură, Ψ_I:

$I_3 = \Psi_I \, I_{50}$

Alte valori , aplicabile într-o măsură mai mare datelor meteorologice, pot fi specificate.

În cazul în care sunt multe ierni fără evenimente cu chiciură ce pot fi observate, trebuie folosite alte distribuţii ale valorilor maxime.

Tabelul 6.2 – Factorii de conversie pentru diferitele perioade de revenire pentru încărcarea din chiciură

Nivel de fiabilitate	Perioada de revenire T (ani)	Raportul maxim I_T/I_{mm}	Factorul de conversie $C_T = V_T/V_{50}$	Factorul parțial (Tabelul 4.7)	Factorul de combinație (Tabelul 4.7)
Vânt nominal	3	1,30	0,76	-	0,4
1(referința)	50	3,51	1,00	1	-
2	150	4,33	1,09	1,2	-
3	500	5,22	1,18	1,4	-

6.4. Parametrii statistici de chiciură

6.4.1. Încărcarea de bază din chiciură, lB

Încărcarea de bază din chiciură pe unitatea de lungime, IB, (în N/m) se referă la un conductor cu diametrul de 30 mm dintr-o deschidere cu o lungime de 100 m, la 10 m deasupra solului într-un loc care este reprezentativ pentru linii electrice de înaltă tensiune. Când se execută măsurători pe conductoare cu alte diametre sau lungimi ale deschiderii acestea trebuie adaptate după specificaţii separate.

6.4.2 Încărcarea maximă anuală din chiciură, Im

Aceasta este încărcarea maximă din chiciură IB dintr-un an.

6.4.3 Încărcarea maximă din chiciură pe o perioadă de câţiva ani, Imax

Aceasta este cea mai mare încărcare din chiciură observată pe o perioadă de câţiva ani, dacă această informaţie există (vezi 6.4.2).

6.4.4 Valoarea medie Imm a încărcării maximă anuală din chiciură

Aceasta este o valoare medie calculată sau estimată a încărcării maxime anuale din chiciură (a se vedea 6.4.2).

6.4.5 Coeficientul de variaţie vI pentru încărcări maxime anuale din chiciură

Acesta este coeficientul de variaţie calculat, modificat sau estimat pentru încărcările maxime anuale din chiciură (vezi 6.4.2).

6.5. Evaluarea încărcării maxime din chiciură pe baza unor surse de date diferite

6.5.1. Surse de date pentru evaluare statistică

Baza de date disponibilă pentru evaluarea încărcărilor din chiciură variază considerabil. Acest standard descrie metodele bazate pe trei tipuri de date:

- încărcarea maximă anuală din chiciură Im (a se vedea 6.4.2) înregistrată pe o perioadă de cel puţin 10 ani (a se vedea 6.5.2);
- doar peste un număr limită de ani este înregistrată valoarea maximă Imax (a se vedea 6.4.3), pentru încărcarea din chiciură (adică nu date statistice) (a se vedea 6.5.3);
- încărcarea maximă anuală calculată din chiciură pe baza analizelor datelor meteorologice (modelul de chiciură) (a se vedea 6.5.4).

Folosirea datelor referitoare la încărcările din chiciură colectate doar pe câţiva ani pot fi conduce la concluzii greşite, dacă anotimpurile cu chiciură nu au fost reprezentative. Dacă este posibil, trebuie realizată o evaluare meteorologică care să acopere o perioadă de cel puţin 20-30 ani pentru acea zonă. Chiar dacă acest lucru este realizat, se pot trage concluzii greşite pentru perioade foarte scurte sau pentru anotimpuri nereprezentative.

6.5.2. Încărcări maxime anuale din chiciură sunt disponibile pe perioade de cel puţin 10 ani

Dacă coeficientul de variaţie calculat vI este în afara gamei date în Tabelul 6.3, trebuie considerat egal cu cea mai apropiată valoare limită.

Tabelul 6.3 – Coeficienţi de variaţie.

	Valoarea încărcării din chiciură maximă anuală I_m	
Numărul anilor de observaţie n	**Valoarea medie I_{mm}**	**Coeficientul de variaţie v_I**
$10 \leq n \leq 20$	I_{mm}	$0,5 \leq v_I \leq 0,7$
$20 < n$	I_{mm}	$v_I \leq 0,7$

6.5.3. Încărcarea maximă din chiciură Imax este cunoscută doar pentru un număr limitat de ani

Valoarea Smedie I_{mm} este considerată egală cu 0,4 I_{max}, coeficientul de variaţie calculat vI este considerat egal cu to 0,7.

Încărcarea maximă din chiciură, conform punctului 6.3 de mai sus, poate fi calculată cu

n = 10 ani de observare.

6.5.4 Evaluarea încărcării maxime anuale din chiciură, I_m pe baza analizelor datelor meteorologice

În acest standard, valorile datelor încărcărilor din chiciură folosite la metodele statistice pot fi stabilite cu mijloacele unui model de chiciură. Rezultatele unui astfel de model pot fi folosite pentru determinarea valorii medii I_{mm} şi a coeficientului de variaţie calculat v_I (a se vedea 6.4.2, 6.4.4 şi 6.4.5).

Un model de chiciură de acest tip poate analiza datele meteorologice pe o perioadă de 20 ani sau mai mult.

În plus, faţă de parametrii meteorologici standard înregistraţi, sunt cerute date care nu sunt incluse în observaţiile meteorologice standard (conţinutul de apă lichidă, mărimile picăturilor, intensitatea precipitaţiilor, etc.).

Dacă nu există date reprezentative pentru zona de amplasare a liniei, se poate realiza un program de măsurare, fie să se măsoare parametrii, fie să se măsoare direct încărcările din chiciură. În ultimul caz, aceasta se poate face cu ajutorul unor măsurători meteorologice suplimentare şi al colectării de date.

O calibrare corectă a modelului de chiciură necesită cel puţin 5-10 evenimente, bine documentate. În numeroase locuri pot fi mai multe anotimpuri fără evenimente cu depuneri de chiciură. Duratele de timp pentru măsurătorile meteorologice pot fi executate cel puţin pentru 2 ani, dar este de preferat pentru 5 ani sau mai mult. Când se prevede o linie electrică nouă într-o zonă pentru care se deţin puţine informaţii despre depunerile de chiciură sau când linia traversează o zonă cu depuneri speciale de chiciură, trebuie avut în vedere un posibil program de măsurare.

ANEXA 1 - Stâlpi

7. Stâlpi (copie din Standardul românesc SR EN 50341-1: 2013)

7.1 Consideraţii iniţiale de proiectare

7.1.1 Introducere

Scopul acestei clauze este de a indica modul de proiectare structurală al stâlpilor.

Sub-clauza 7.2 tratează materialele stâlpilor.

Sub-clauzele 7.3 la 7.8 tratează respectiv, stâlpii cu zăbrele (7.3 și Anexa 15), stâlpii tubulari (7.4 și Anexa 16), stâlpii din lemn (7.5), stâlpii din beton (7.6), stâlpii ancorați (7.7) și alte structuri (7.8). În general, trebuie considerate următoarele elemente: date de bază de proiectare, materialele, rezistența, proiectarea structurală, stările limită și proiectarea asistată de testare.

Sub-clauzele 7.9 la 7.12 tratează respectiv, protecția împotriva coroziunii și finisările (7.9), mentenanța (7.19), testele de încărcare (7.11) și asamblarea și construcția (7.12).

Pentru a proiecta structurile în mod adecvat şi eficient este recomandat să se furnizeze informaţiile specificate în Anexa 17.

Dacă nu este altfel specificat, rezistența va satisface cerinţele specifice ale codurilor structurale Eurocod: EN 1992-1-1, EN 1993-1-1 şi EN 1995-1-1.

Unele valori numerice identificate prin [ ] « valori în casetă » în clauzele care urmează pot fi modificate prin Specificaţia Proiectului.

Dacă este cerută o durată de viaţă definită, în Specificaţia Proiectului va fi specificată înainte de comandă o perioadă de timp de referinţă, pentru care se specifică condiţiile de mediu ambiant, cerinţele de mediu ambiant, strategia de planificare a întreţinerii, criteriile de performanţă.

7.1.2 Rezistenţa de proiectare structurală a unui stâlp

Rezistenţă de proiectare structurală (R_d) a unui stâlp (a se vedea 3.7.4) datorată încovoierii este sarcina totală aplicată orizontal în partea superioară a stâlpului specificată de furnizorul stâlpului pentru o adâncime dată a fundaţiei, cu ignorarea oricărei sarcini verticale.

7.1.3 Rezistența la flambaj

Rezistenţa la flambaj a structurilor autoportante, cu excepţia stâlpilor cu zăbrele, unde sarcinile verticale sunt mari şi / sau condiţiile de sol sunt nefavorabile şi / sau factorul de flambaj este ridicat, rezistenţa la flambaj a structurii trebuie luată în considerare.

7.2. Materiale

7.2.1 Materiale din oţel, buloane, piuliţe şi şaibe, consumabile pentru sudare

Pentru cerințe și proprietăți pentru oțel, vezi EN 1993-1-1.

Pentru cerințe și proprietăți pentru piulițe, șaibe și consumabile pentru sudare, vezi EN 1993-1-8.

7.2.2 Oţel fasonat la rece

Pentru cerințe și proprietăți pentru oțel fasonat la rece, vezi EN 1993-1-3.

7.2.3 Cerinţe pentru mărcile de oţel care vor fi galvanizate

Cu excepţia cazurilor unde este precizat altfel, când oţelurile vor fi galvanizate, pentru a evita culoarea mată cenuşiu închis şi o grosime excesivă a acoperirii, care poate avea ca rezultat un risc mărit de deteriorare a acoperirii, se recomandă îndeplinirea cerinţelor din EN ISO 146:2009 - C.1.4 privind conţinutul maxim de siliciu (Si) şi fosfor (P).

7.2.4 Buloane de ancorare

Dacă nu este precizat ceva contrar în Specificaţia Proiectului, duritatea materialului (marca de oţel) pentru buloanele de ancorare va fi calculată, dar temperatura de testare nu va fi mai mare de 0 °C. Piuliţele buloanelor de ancorare vor fi compatibile cu rezistenţa acestora.

7.2.5 Beton şi oţel pentru armare

Betonul şi oţelul pentru armare vor fi specificate în conformitate cu cerinţele din EN 1992-1-1.

7.2.6 Lemn

Stâlpii din lemn vor fi specificaţi în conformitate cu cerinţele din EN 14229.

7.2.7 Materiale de ancorare

Proprietăţile materialului de ancorare, inclusiv rezistenţa caracteristică, vor fi luate din standardele principale. Rezistenţa caracteristică a clemelor, armăturilor şi izolatoarelor pentru ancorare va fi cel puţin aceea a ancorei propriu zise.

7.2.8 Alte materiale

Pentru toate celelalte materiale, caracteristicile acestora vor fi în concordanţă cu cerinţele de performanţă ale produselor finite şi de asemenea vor îndeplini cerinţele funcționale privind, atât rezistenţa, cât şi funcţionalitatea (deformaţie, durabilitate şi estetică).

Se va ţine de asemenea cont de Specificaţia Proiectului.

7.3. Stâlpi din oţel cu zăbrele

7.3.1 Generalităţi

Sub-clauza 7.3 se referă la stâlpii cu zăbrele autoportanți confecționați în special din corniere îmbinate cu buloane. Pentru proiectarea altor tipuri de stâlpi cu zăbrele, care nu fac obiectul acestui standard, trebuie respectate cerințele tuturor clauzelor, cu excepția Clauzei 2, din EN 1993-3-1:2006.

NOTA 1 Clauza 2 din EN 1993-3-1:2006 se referă la criteriile de proiectare şi este înlocuită de 7.3.2.

Cerințele tuturor clauzelor, cu excepția clauzei 2 din EN 1993-3-1:2006 pot fi, de asemenea, respectate ca o metodă alternativă pentru proiectarea stâlpilor cu zăbrele confecționați din corniere metalice. Stâlpii existenți pot fi în continuare verificați conform PE 105 și trimiterile la Standardele de țară.

Cerinţele generale ale părților relevante ale EN 1993 trebuie respectate, cu excepţia cazului în care sunt specificate altfel în continuare.

La stâlpii metalici, nu este necesar să se ia în considerare efectele seismelor sau rezistența la incendii.

NOTA 2 Pentru mai multe informaţii despre efectele seismelor asupra unei linii aeriene, cf. Anexei F din EN 1998-6:2005.

7.3.2. Bazele proiectării

Sunt aplicabile regulile date în Anexa 3 “Bazele Proiectării”, Standardul SR EN 50341-1:2013 și Capitolul IX Tipuri de stâlpi. Ipoteze de calcul.

Barele pe care este posibil să stea oameni vor fi proiectate să reziste la aceasta sarcină aşa cum este specificat în 4.9.2.

7.3.3. Materiale

Materialele vor fi în conformitate cu 7.2.

7.3.4. Rezistență

A se vedea cerințele de la 7.9.

7.3.5. Analiză structurală

a) Metoda de analiză

Forţele interne şi momentele într-o structură static nedeterminată vor fi determinate folosind analiza elastică globală.

Proprietăţile secțiunii transversale efective (a se vedea 7.3.6.2) pot fi utilizate în analiză.

Stâlpii zăbreliţi din oţel sunt consideraţi în mod normal ca structuri de grinzi articulate.

Dacă se consideră bare continue, eforturile secundare de încovoiere pot fi în general neglijate.

Este acceptabil calculul aproximativ al sarcinilor barelor prin considerarea panourilor stâlpului ca fiind grinzi bi-dimensionale sub condiţia că sunt satisfăcute condiţiile de echilibru.

Se va verifica dacă sistemul de contravântuiri are suficientă rigiditate pentru a preveni instabilitatea locală a oricărei componente.

b) Efectele deformaţiilor

Forțele interne și momentele pot fi determinate în general folosind fie:

1) teoria de ordinul întâi, ţinând cont de geometria iniţială a structurii, sau

2) teoria de ordinul al doilea, ţinând cont de influenţa deformaţiei structurii

În mod normal, teoria de ordinul întâi este folosită pentru analiza globală a stâlpilor zăbreliţi autoportanţi.

c) Analiza elastică globală

Analiza elastică globală se bazează pe ipoteza comportării liniare a materialului la efort-deformaţie, indiferent de nivelul efortului.

Ipoteza poate fi menţinută, atât la analiza elastică de ordinul întâi, cât şi la cea de ordinul al doilea.

Sunt considerate trei tipuri de bare: montanţi şi tălpi de console, diagonale şi bare secundare (deseori denumite bare redundante).

Barele secundare (redundante) sunt neîncărcate direct de acţiuni externe, şi asigură stabilitatea locală a barelor care poartă sarcini.

În calculul de analiză globală barele redundante pot fi în mod normal neglijate.

Momentele de încovoiere datorate excentricităţilor normale sunt tratate în selecţia cazurilor de flambaj la 7.3.6.3.

Momentele de încovoiere datorate sarcinilor vântului pe barele individuale sunt în general neglijabile, dar este posibil ca ele să necesite a fi considerate la proiectarea contravântuirilor suple sau a barelor orizontale de contur.

Momentele de încovoiere cauzate de excentricităţi normale în conexiunile diagonalelor la barele picioarelor sunt, în general, neglijabile, arătând că detaliile de execuţie ale îmbinării se face pentru a minimiza aceste efecte.

NOTA

Mai multe informaţii despre analiza structurală pot fi găsite în broşura tehnice CIGRE n ° 387 "Influenţa modelării hiperstatice asupra comportamentului structurilor cu zăbrele de pe liniile electrice aeriene".

7.3.6 Stări limită normate

7.3.6.1 Generalităţi

Factorii parţiali de material γ_M așa după cum sunt definiți la para. 3.6.3 pot fi aplicați diferitelor valori caracteristice ale rezistenței în 7.3.6, după cum urmează:

•	rezistenţa secţiunii transversale la limita de curgere indiferent dacă clasa este:	γ_{M0}
•	rezistenţa barelor la flambaj	γ_{M1}
•	rezistenţa secţiunii transversale întinse la rupere	γ_{M2}
•	rezistenţa la rupere a îmbinărilor cu buloane	γ_{M2}
•	rezistenţa altor tipuri de îmbinări: vezi EN 1993-1-8.	

Pentru stâlpii cu zăbrele sunt recomandate următoarele valori numerice:

•	γ_{M0} =	1,00
•	γ_{M1} =	1,00
•	γ_{M2} =	1,25

În cazul în care nu sunt date indicații cu privire la ipoteza relevantă pentru clauza 7.3.6, se utilizează EN 1993 în locul Anexei 15.

7.3.6.2 Rezistența secţiunilor transversale

Clasificarea secţiunilor transversale se efectuează conform para. 5.5 din EN 1993-1-1:2005.

NOTA 1

Cornierele sunt considerate a fi de clasa 3 sau 4 conform para.5.5 din EN 1993-1-1:2005.

Secţiunile transversale se calculează conform para. 6.2.2.1 din EN 1993-1-1:2005.

Suprafața secţiunilor transversale se calculează conform para. 6.2.2.2 din EN 1993-1-1:2005.

Pentru cornierele laminate la cald, proprietăţile efective ale secţiunii transversale se bazează pe lăţimile efective ale aripilor comprimate. Lăţimile efective sunt determinate prin aplicarea unui factor de reducere, ρ, care se determină după cum urmează:

$\rho = 1$ dacă $\overline{\lambda_p} \le 0{,}748$

$$\rho = \frac{\overline{\lambda_p} - 0{,}188}{\overline{\lambda_p^2}} \le 1 \text{ dacă } \overline{\lambda_p} > 0{,}748$$

cu

$$\overline{\lambda_p} = \frac{(h-2t)/t}{28{,}4\varepsilon\sqrt{k_\sigma}} \text{ sau } \overline{\lambda_p} = \frac{(b-2t)/t}{28{,}4\varepsilon\sqrt{k_\sigma}}$$

$k_\sigma = 0{,}43$

$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$ cu f_y în N/mm²

și b, h și t definite ca în Figura 7.1.

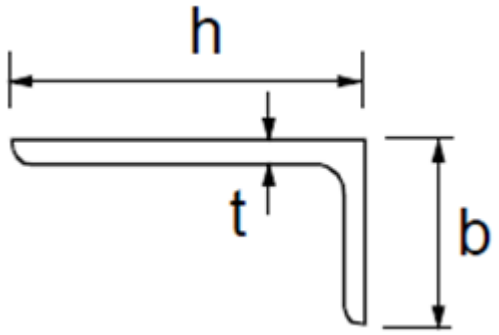


Figura 7.1 - Dimensiunile secțiunii unui cornier

NOTA 2

În cazul cornierelor conectate pe o singură aripă, factorul de reducere, se aplică doar aripii conectate.

NOTA 3

Aceasta urmează procedura referitoare la Formula (4.3) din EN 1993-1-5:2005, completată cu Notele de la 1 la 3 din para. 6.3.1 din EN 1993-3-1:2006.

Pentru corniere laminate la rece, a se vedea EN 1993-1-3.

7.3.6.3 Rezistenţa la întindere, încovoiere și compresiune a barelor

Se vor considera următoarele rezistențe de proiectare:

1) Rezistența la întindere se calculează conform Formulei (6.7) de la 6.2.3 din EN 1993-1-1:2005.
   Pentru bare conectate pe un montant, rezistența la întindere ar trebui calculată utilizând una dintre următoarele două proceduri:
   a) metoda în conformitate cu prevederile 3.10.3 en 1993-1-SR
   b) metoda în conformitate cu prevederile din Anexa 15, sub-clauza 15.3.
2) Rezistența la compresie se calculează conform 6.2.4 din EN 1993-1-1:2005.
3) Rezistența la momentul de încovoiere se calculează conform 6.2.5 din EN 1993-1-1:2005.
4) Momentul de încovoiere şi forţa de rezistență axială se calculează conform Formulei (6.44) de la 6.2.9.3 (2) din EN 1993-1-1:2005 cu deplasări ale axei centrelor de greutate, eNy şi eNz egale cu zero.

7.3.6.4 Rezistenţa la flambaj a barelor comprimate

Barele comprimate a stâlpilor cu zăbrele trebuie să fie proiectate folosind una din următoarele două proceduri:

a) metoda în conformitate cu dispozițiile din Anexa G și Anexa H din EN 1993-3-1:2005.

b) metoda în conformitate cu dispozițiile din Anexa 15, sub-clauza 15.4. Această metodă poate fi utilizată numai în cazul în care testele complete sunt efectuate în conformitate cu 7.3.9.

Solicitările de torsiune şi/sau de încovoiere la torsiune trebuie să fie verificate, de asemenea, după cum urmează:

• Solicitarea de torsiune şi/sau de încovoiere la flambaj a profilelor cu aripi egale este acoperită prin utilizarea proprietăţilor secţiunii transversală efective în conformitate cu 7.3.6.2,

• pentru profilele laminate la cald cu aripi inegale şi pentru toate celelalte secţiuni, vezi 6.3.1.4 din EN 1993-1 -1:2005,

• pentru profilele subțiri laminate la rece vezi 6.2.3 din EN 1993-1-3:2005.

7.3.6.5 Rezistenţa la flambaj a barelor încovoiate

Rezistența la flambaj a barelor încovoiate poate fi calculată conform cu 6.3.2 din EN 1993-1-1:2005.

7.3.7 Stări limită

Este în mod normal necesar să ia în considerare deformarea sau vibrația unui stâlp cu zăbrele, cu excepţia cazului în care este specificat în Specificația Proiectului.

Stările limită sunt legate de geometria stâlpului, și trebuie definite conform distanțelor electrice necesare (la sol şi la stâlp).

7.3.8 Rezistența îmbinărilor

Cerințele pentru îmbinări date în EN 1993-1-8 trebuie aplicate.

Îmbinările cu buloane ale stâlpilor metalici cu zăbrele trebuie calculate utilizând una dintre următoarele două proceduri:

a) metoda în conformitate cu prevederile Clauzei 3 din EN 1993-1-8:2005,

b) metoda în conformitate cu prevederile din Anexa 15, sub-clauza 15.5.

7.3.9 Proiectare verificată prin testare la scara naturală

Verificarea experimentală printr-o testare la scară naturală poate fi cerută pentru a valida rezistenţa calculată, fie a întregului stâlp, fie a unei părţi din el.

Încercarea la scară naturală va fi efectuată conform prevederilor date în EN 60652 pentru a determina forţa de rezistenţă, Ftest, R.

Sarcina minimă de încercare se determină din:

$F_{test,R} > \boxed{1,05} \cdot F_{R,d}$

unde

$F_{R,d}$ este forţa de proiectare pentru starea limită extremă.

Când testul a fost continuat până la rupere, rezultatele pot fi folosite pentru analiză prin recalcularea rezistenţei de calcul cu caracteristicile actuale ale elementului specific care au dus la cedare.

7.3.10 Oboseala

Dacă nu este specificat, oboseala nu trebuie considerată.

7.4. Stâlpi-tubulari din oţel

7.4.1 Generalităţi

Trebuie să fie îndeplinite cerinţele din EN 1993-1-1, cu excepţia cazurilor când este specificat altceva.

În toate subclauzele următoare, cu excepția 7.4.8 se face referinţă la capitolele corespondente din EN 1993-1-1 în paranteze.

7.4.2 Bazele proiectării (EN 1993-1-1:2005 - Capitolul 2)

1) Sunt aplicabile regulile date în Anexa 3 “Bazele Proiectării”, dar și alte metode de proiectare tradiționale sunt acceptate, dacă sunt specificate.
2) Dacă nu este specificat altfel, nu este necesar să se considere efectele seismice, oboseala sau rezistenţa la foc.
3) Dacă este cerută o analiză dinamică, ea va fi făcută luând în consideraţie diverşii factori care influenţează comportamentul stâlpului-tubular precum conductoarele, amortizoarele de vibrații şi fundaţiile. Efectele dinamice pot fi luate în consideraţie prin aplicarea de factori dinamici asupra sarcinilor şi adoptând o abordare de proiectare cvasi-dinamică.

7.4.3 Materiale (EN 1993-1-1:2005 - Capitolul 3)

1) Materialele vor fi conforme cu 7.2.
2) Calitatea oţelului de structuri care este supus la încărcări va reflecta procesul de fabricaţie şi temperatura minimă de lucru, dar în general este recomandată o energie de rupere Charpy-V de 40 J la -20 °C pentru oţel cu grosimi mai mari de 6 mm al stâlpilor-tubulari sau structurilor tubulare sudate.

7.4.4 Rezistență (EN 1993-1-1:2005 - Capitolul 4)

Vezi 7.9.

7.4.5 Analiză structurală (EN 1993-1-1:2005 - Capitolul 5)

1) Forţele interne şi momentele, în orice secţiune transversală a structurii, vor fi determinate folosind analiza elastică globală.
2) Teoria de ordinul al doilea, ţinând cont de influenţa deformaţiei structurii, va fi folosită pentru analiza elastică globală a stâlpilor-tubulari din oţel.
3) Analiza elastică globală va fi bazată pe premisa comportării liniare materialului la efort deformaţie, indiferent de nivelul efortului.
4) Premisele de proiectare pentru îmbinări vor îndeplini cerinţele specificate în 7.4.8.
5) Pentru stâlpii metalici, se vor considera doar secțiunile transversale de clasa 3 și clasa 4 conform definițiilor din EN 1993-1-1 și analizele limitate la comportarea elastică.

7.4.6 Stări limită de calcul (EN 1993-1-1:2005 – Capitolul 6)

7.4.6.1 Generalități

1) Stâlpii tubulari şi componentele de oţel vor fi astfel dimensionaţi încât să fie îndeplinite cerinţele de bază ale proiectării pentru stări limită de calcul, date în Anexa 3 “Bazele Proiectării”.
2) Factorii parţiali de material γ_M vor fi consideraţi după cum urmează:

a.	Rezistența ariei secţiunii nete	γ_{M1} =	1,10
b.	Rezistența ariei secţiunii nete cu găurile pentru buloane	γ_{M2} =	1,25
c.	Rezistența îmbinărilor: vezi 7.4.6.	vezi 7.4.8	

3) Este recomandat ca deflecţia, la o analiză de ordinul al doilea şi la stare limită extremă, să nu depăşească 8% din înălţimea stâlpului-tubular, măsurată deasupra nivelului solului.

7.4.6.2 Rezistenţa ariilor secţiunilor transversale

1) Rezistenţa secţiunilor transversale ale stâlpilor-tubulari din oţel va fi determinată conform cu cerinţele din Anexa 16.
2) Va fi considerată secţiunea transversală efectivă, pentru a se ţine cont de flambajul local, conform Anexei 16.
3) În jurul capetelor vor fi proiectate rigidizări verticale pentru a rezista flambajului în scopul îndeplinirii cerinţelor generale ale ENV 1993-1-1, inclusiv pentru îmbinări (suduri, şuruburi, etc.).

7.4.7 Stări limită (EN 1993-1-1:2005 - Capitolul 7)

1) Valori limită corespunzătoare ale deformațiilor și încovoierilor trebuie agreate între client și proiectant.
2) Stările limită pentru stâlpii tubulari sunt legate de geometria lor și trebuie definite conform distanțelor electrice necesare (la sol şi la stâlp).

7.4.8 Rezistența îmbinărilor

7.4.8.1 Baza

1) Toate îmbinările vor avea o astfel de rezistenţă de calcul încât structura să rămână integră şi cerinţele de proiectare de bază date în Anexa 3 “Bazele Proiectării” să fie satisfăcute.

2) Factorii parţiali de material γ_M vor fi consideraţi după cum urmează:

a. rezistenţa îmbinărilor prin buloane		
• buloane forfecate sau strivite	γ_{Mbs} =	1,25
• buloane întinse	$\gamma_{M\,bt}$ =	1,25
b. rezistenţa îmbinărilor sudate	γ_{Mw} =	1,25

7.4.8.2 Buloane (altele decât buloanele de ancoraj)

1) Rezistenţa de calcul a șuruburilor solicitate la forfecare, strivire, sau întindere, este calculată folosind una dintre următoarele proceduri:
   a. Metoda în conformitate cu prevederile Clauzei 3 din EN1993-1-8:2005;
   b. Metoda în conformitate cu prevederile Anexei 15, sub-clauza 15.5.
2) Rezistenţa de calcul a şuruburilor pretensionate de înaltă rezistenţă este dată în capitolul 3.1.2 din EN 1993-1-8:2005.

7.4.8.3 Îmbinări cu rost de dilatare

Aceste îmbinări nu trebuie să fie justificate de calcul dacă sunt respectate următoarele cerinţe:

1) Când se modelează stâlpul pentru analiza elastică globală, numai secţiunea nominală a butucului intern (tată) al zonei de secţionare va fi luată în considerare pentru rezistenţă.
2) Îmbinările sunt definite, pe desene, cu o suprapunere nominală egală cu 1,5 diametrul mediu maxim peste unghiuri al secţiunii mamă.
3) Asamblarea se face pe şantier. Pentru a lua în consideraţie variaţiile în grosime datorate galvanizării şi variaţiile dimensionale ale secţiunii poligonale, lungimea efectivă minimă a îmbinării va fi mai mare decât 1,35 x diametrul mediu maxim peste unghiuri ale secţiunii mamă.
4) Totuşi, suma toleranţelor jocului la fiecare îmbinare va fi în conformitate cu toleranţa de lungime a stâlpului, definită în Specificaţia Proiectului.
5) Forţa de îmbinare nu va depăși valoarea maximă de proiectare a componentei verticale a forţei de comprimare în îmbinare.
6) Când este necesar se vor prevedea pe stâlp dispozitive de ancorare pe celelalte feţe ale îmbinării de dilatare pentru a asigura o îmbinare corectă pe şantier prin folosirea de cricuri hidraulice sau de dispozitive de tragere conform cu recomandările furnizorului.

7.4.8.4 Îmbinări cu flanşe şi şuruburi

1) Se vor folosi şuruburi pretensionate de înaltă rezistenţă cu clasa de proprietăţi 8.8, 10.9, sau similară.
2) Este recomandat ca distanţa dintre şuruburi să fie mai mică de 5 x diametrul şuruburilor.

3) Efortul în şuruburi va fi calculat acordând atenţia excentricităţii datorate sarcinii transmise prin îmbinare aşa cum este specificat în EN 1993-1-8.

4) Rezistenţa de proiectare a şuruburilor solicitate la forfecare, strivire şi întindere, este dată în 4.8.2.

7.4.8.5 Îmbinări sudate

1) Rezistenţa de calcul a sudurilor de colţ şi a sudurilor cap-la-cap este dată la 4.3.2, 4.3.3 şi 4.3.4 din EN 1993-1-8:2005.

2) Operaţiile de sudură vor fi în conformitate cu EN 1090-1.

3) Îmbinările făcute prin sudură se vor conforma principalelor cerinţe pentru materiale şi execuţie specificate în Capitolul 4 din EN 1993-1-8:2005.

4) Sudurile longitudinale cu pătrundere completă vor fi folosite în zonele de îmbinare, iar sudurile longitudinale cu penetraţie parţială de minim 60% vor fi folosite dacă satisfac cerinţele de rezistenţă.

7.4.8.6 Înglobarea directă în beton

1) Îmbinarea stâlp-fundaţie trebuie făcută de preferinţă prin înglobarea directă în beton a părţii inferioare a stâlpului de oţel.

2) Lungimea secţiunii de stâlp înglobate în beton trebuie determinată folosind o distribuţie liniară a sarcinilor conform cu cerinţele din EN 1992-1-1.

3) Se va acorda atenţia cuvenită flambajului secţiunii de oţel, dacă partea înglobată a stâlpului nu este umplută cu beton.

7.4.8.7 Placa de bază şi buloanele de ancoraj

1) Placa de bază şi buloanele de ancoraj vor fi adecvate pentru a prelua sarcinile aplicate care sunt dezvoltate la îmbinarea dintre structură şi fundaţie, sau structura de susţinere.

2) Proiectarea lungimii de ancorare în beton a buloanelor de ancoraj este dată în Anexa 16.

3) Buloanele de ancoraj vor fi verificate la forfecare şi la sarcină axială. Se va da atenţia cuvenită la momentul de încovoiere posibil, datorită deplasării laterale a şuruburilor, pe porţiunea unde nu există mortar (subturnare).

4) Un material de subturnare adecvat, aplicat corect, va fi introdus între placa de bază şi partea superioară a fundaţiei de beton în scopul asigurării transferului sarcinii de forfecare. În absenţa lui, se va verifica metoda de transfer a sarcinii de către buloanele de ancoraj. Se vor prevedea mijloace satisfăcătoare de drenare şi/ sau ventilaţie, pentru a preveni acumularea apei în interiorul stâlpilor.

7.4.9 Proiectare verificată prin testare la scară naturală

Verificarea experimentală printr-o testare la scară naturală a prototipului ar putea fi cerută pentru a valida rezistenţa calculată, fie a întregului stâlp, fie a unei părţi din el. Testarea prototipului va fi efectuată pentru a determina sarcina de rezistenţă, $F_{test, R}$. Se va efectua o singură încercare pe un specimen identic cu cele care se fabrică în serie. Sarcina minimă de încercare se determină din:

$$F_{test, R} > \boxed{1,05} \cdot F_{R, d}$$

Unde

FR , d este sarcina de proiectare pentru starea limită de calcul.

Alternativ, când testul a fost continuat până la rupere, rezultatele pot fi folosite pentru analiză prin recalcularea rezistenţei de calcul (admisibile), cu caracteristicile actuale ale elementului specific care au dus la avariere.

7.5. Stâlpi din lemn

7.5.1 Generalităţi

Trebuie să fie îndeplinite cerinţele standardului EN 14229 ”Structuri din lemn - Stâlpi din lemn pentru linii electrice aeriene”.

Cu toate acestea, ca o alternativă la 7.5.5, se utilizează EN 1995-1-1. Atunci când se utilizează EN 1995-1-1, valoarea recomandată pentru parametrul Kmod, care este legat direct de rezistența lemnului, este 1,0 dacă nu este specificat în Anexa Națională NA EN 1995-1.

7.5.2 Bazele proiectării

1) Sunt aplicabile regulile date în Anexa 3 “Bazele Proiectării”.

2) Dacă nu este specificat altfel, nu este necesar să se considere efectele seismice, oboseala sau proiectarea şi construcţia pentru rezistenţă la foc.

7.5.3 Materiale

1) Materialele vor fi conforme cu 7.2.

2) Forma și dimensiunile trebuie să fie conform EN 14229.

3) Cheresteaua sau lemnul impregnat nu sunt considerate în acest standard. Pentru aceste materiale se utilizează EN 1995-1-1.

7.5.4 Rezistență

A se vedea cerințele de la 7.9.

7.5.5 Stări limită de calcul

7.5.5.1 Baza

1) Stâlpii-tubulari şi componentele de lemn vor fi astfel dimensionate încât să fie satisfăcute cerinţele de bază ale proiectării pentru stările limită de calcul care sunt date în Anexa 3 “Bazele Proiectării”.

2) Factorii parţiali de material γM vor fi luaţi după cum urmează:

Rezistenţa secțiunilor transversale şi a elementelor:

- în condiții normale de încărcare	γ_{M1} =	1,40
- în condiții accidentale	γ_{M2} =	1,10
- îmbinări cu buloane	γ_{Mb} =	1,25

Părților din lemn încărcate permanent (ex. consola de sus a unui stîlp de întindere ancorat) li se poate aplica o reducere a rezistenței.

7.5.5.2 Calculul forţelor interne şi a momentelor

1. Forţele interne şi momentele, în orice secţiune transversală a structurii, vor fi determinate folosind analiza elastică globală.
2. Dacă flexibilitatea structurii o face necesară, va fi folosită teoria de ordinul al doilea (P-Delta efect), ţinând cont de influenţa deformaţiei structurii, pentru analiza globală a stâlpilor-tubulari de lemn.
3. Analiza elastică globală va fi bazată pe premisa comportării liniare a materialului la efort-deformaţie, indiferent de nivelul efortului.
4. La structurile de lemn ancorate va fi luată în consideraţie comprimarea şi încovoierea simultană a stâlpului (stâlpilor). Deviaţia iniţială de la rectiliniaritate măsurată, sau maxim admisă trebuie de asemenea considerată.
5. Valorile măsurate ale dimensiunilor stâlpului (dacă sunt valabile) pot fi de asemenea folosite în locul unor tabele de valori standard date în Catalog sau în Îndrumarul de proiectare și execuție pentru linii electrice aeriene de medie tensiune cu cabluri torsadate cu sau fără fir purtător. A se vedea definiția rectiliniarității admise în EN 14229.
6. Conicitatea (i.e. schimbarea uniformă a diametrului cu lungimea) stâlpului de lemn trebuie considerată. Informații ulterioare (valori ale conicității) trebuie să fie disponibile în Specificațiile tehnice sau în cataloagele furnizorilor de stâlpi de lemn.

7.5.5.3 Rezistenţa elementelor de lemn

Rezistenţa stâlpilor de lemn la întindere, comprimare şi încovoiere va fi determinată astfel încât în orice secțiune a stâlpului să fie îndeplinite formulele:

$\sigma_d \leq f_d$

$f_d = f_k/\gamma_{M1}$

unde:

σ_d este sarcina calculată (valoare de proiectare);

f_d este rezistența de proiectare;

f_k este rezistența caracteristică (dată în Catalog sau în ”Îndrumarul de proiectare și execuție pentru linii electrice aeriene de medie tensiune cu cabluri torsadate cu sau fără fir purtător”, sau de furnizorul stâlpului) recomandată de EN 14229;

γ_{M1} este factorul parțial de material pentru lemn (vezi 7.5.5.1).

Valoarea rezistenței caracteristice, f_k trebuie să respecte condițiile climatice predominante din locul unde copacii au fost cultivați.

Modulul de elasticitate, E va fi dat în ”Îndrumarul de proiectare și execuție pentru linii electrice aeriene de medie tensiune cu cabluri torsadate cu sau fără fir purtător”, sau de furnizorul stâlpului.

NOTĂ Conform EN 14229 rezistența caracteristică se bazează pe limita de excludere 5% şi se calculează din relațiile:

$f_k = f_m\,(f_{m,05})$

$f_{m,05} = f_m - 1{,}65 f_s$

unde:

f_m este valoarea medie a unei probe de testare uniform distribuite;

f_s este deviația standard a unei probe de testare;

$f_{m,05}$ este media valorilor $f_{m,05}$ ale unor probe de testare diferite;

k este factorul de reducere în funcţie de eșantion (= numărul de teste) celui mai mic eșantion. Valoarea lui k variază de la 0,9 la 1,0. Numărul minim al probelor este de 50.

7.5.5.4 Condiții de putrezire

Stâlpii din lemn, fiind produse naturale, sunt mai predispuse la apariția cariilor decât majoritatea componentelor unei linii aeriene.

Este recomandat ca proiectarea stâlpilor din lemn să ţină cont de pierderea probabilă a rezistenței lor care va apărea în timpul funcționării pe durata de viaţă a unui stâlp.

Acest lucru poate fi realizat fie specificând stâlpi mai mari decât cerinţele de rezistență iniţiale, fie crescând factorul parţial.

7.5.6 Stări limită de funcționare

2) Stările limită de funcționare pentru stâlpii din lemn sunt deformările sau devierile, care pot afecta aspectul sau utilizarea eficientă a structurii.

3) Limitele de funcționare sunt legate de geometria stâlpului şi sunt definite conform distanțelor electrice necesare (la sol şi la structura).

4) Opţiuni pentru limitele de funcționare normală pot fi date în caietul de sarcini.

7.5.7 Rezistenţa îmbinărilor

1) Toate îmbinările vor avea o rezistenţă de calcul astfel încât structura să rămână integră, şi să fie îndeplinite cerinţele de bază de proiectare date în Anexa 3 ”Bazele proiectării”. EN 1995-1-1 se folosește la proiectarea îmbinărilor, atunci când este cazul.

2) Rezistenţa admisibilă a şuruburilor solicitate la forfecare sau întindere este dată în Anexa 15, sub-clauza 15.5.

3) Atunci când este cazul, EN 1995-1-1 se utilizează pentru calculul capacității de forfecare în conexiunile dintre piesele de lemn şi în conexiunile dintre o parte de lemn şi o parte de oţel.

7.5.8 Proiectare asistată de testare

Verificarea experimentală printr-o testare la scară naturală a prototipului ar putea fi cerută pentru a valida rezistenţa calculată fie a întregului stâlp fie a unei părţi din el.

Încercarea prototipului va fi efectuată pentru a determina sarcina de rupere Ftest , R . Se va efectua o singură încercare pe un specimen identic cu cele care se fabrică în serie. Sarcina minimă de încercare se determină din:

$F_{test,R} > \boxed{1{,}25} \cdot F_{R,d}$

unde

$F_{R,d}$ este sarcina de proiectare pentru starea limită de calcul.

Alternativ, când testul a fost continuat până la rupere, rezultatele pot fi folosite pentru analiză prin recalcularea rezistenţei de proiectare cu caracteristicile actuale ale elementului specific care au dus la avariere.

Orice astfel de element de testare poate fi casat şi nu trebuie să fie utilizat pentru condiţii de exploatare normală, deoarece există posibilitatea ca fibre de lemn să se fi rupt în timpul încercării.

7.6 Stâlpi din beton

7.6.1 Generalităţi

Trebuie să fie îndeplinite cerinţele din ENV 1992-1-1, cu excepţia cazurilor când este specificat altceva în EN 12483.

Dimensionarea și construcția stâlpilor tubulari trebuie să fie în concordanță cu EN 12843.

Acest document este completat cu următoarele clauze.

7.6.2 Bazele proiectării

7.6.2.1 Reguli generale

1) Sunt aplicabile regulile date în Anexa 3 “Bazele Proiectării”, în Standardul SR EN 50341-1:2013 și în Cap. IX Tipuri de stâlpi, Ipoteze de calcul, deşi metodele tradiţionale de proiectare sunt acceptabile, în cazul în care sunt specificate.

2) Dacă nu este specificat altfel, nu este necesar să se considere efectele seismice, oboseala sau rezistenţa la foc.

7.6.2.2 Încărcarea de calcul

Încărcarea orizontală de calcul este sarcina aplicată orizontal pe o secţiune convenţională la o distanţă specificată “d” de la vârful stâlpului, în general d = 0,25 m.

Valoarea acestei încărcări de proiectare este astfel încât efectul ei ca un moment de încovoiere la baza stâlpului, să fie echivalent cu efectul sarcinilor reale de proiectare.

7.6.2.3 Ranforsări laterale

În scopul de a controla fisurarea longitudinală datorită câtorva surse potenţiale, se folosesc ranforsări laterale. Ranforsările consistau din legături laterale sau spirale.

Sursele potenţiale de fisurare pot include forţele transversale, contracţia betonului, efectele termice şi efectele de împănare datorită sarcinilor de pretensionare lângă capetele stâlpului.

7.6.3. Materiale

Materialele vor fi conform cu 7.2 şi cu EN 12843.

7.6.4 Stări limită normate

1) Stâlpii de beton și componentele trebuie să fie astfel proporționați încât cerințele proiectării de bază pentru starea limită de proiectare date în Anexa 3 “Bazele Proiectării” să fie îndeplinite.

2) Factorul parţial pentru următoarele acțiuni trebuie luat după cum urmează:

forţa de pretensionare	γ_{Pt}	=	0,90	or	1,20*

(*dacă acţiunea este favorabilă sau nu pentru efectul calculat)

3) Factorii parțiali de material γ_M trebuie definiți după cum urmează:

beton	γ_{MC}	=	1,50		
oțel (normal sau precomprimat)	γ_{MS}	=	1,15		

În ceea ce privește situațiile în care elementele supuse controlului de calitate, pot fi luate valori mai mici pentru γ_{MC} şi γ_{MS}.

7.6.5 Stări limită de calcul

1) Factorul parţial pentru următoarele acțiuni trebuie luat după cum urmează:

forţa de pretensionare	γ_{Pt}	=	1,00		

2) Valorile de proiectare sunt definite după cum urmează:

deflecţia maximă (unde H este lungimea totală a stâlpului)	=	0,025	H

lăţimea maximă a fisurilor, în cazul betonului armat	=	0,3	mm

Eforturile de întindere în betonul stâlpilor din beton armat precomprimat nu sunt permise sub sarcini de lucru permanente, precum şi sub sarcini mai mici sau egale decât 40% din sarcinile maxime normate.

7.6.6 Proiectare asistată de încercări la scara naturală

Verificarea experimentală printr-o testare la scară naturală a prototipului ar putea fi cerută pentru a valida rezistenţa calculată, fie a întregului stâlp, fie a unei părţi din el. Testarea prototipului va fi efectuată pentru a determina rezistenţă la sarcina de testare, Ftest, R. Se va efectua o singură încercare pe un specimen identic cu cele care se fabrică în serie. Sarcina minimă de încercare se determină din:

$F_{test,R} >$ 1,30 . $F_{R,d}$

unde

$F_{R,d}$ este sarcina de proiectare pentru starea limită de calcul.

Alternativ, când testul a fost continuat până la rupere, rezultatele pot fi folosite pentru analiză prin recalcularea rezistenţei de calcul cu caracteristicile actuale ale elementului specific care au dus la avariere.

În plus, deflecţia maximă la stările limită de lucru şi deflecţia reziduală după eliberarea sarcinii vor respecta următoarele criterii:

•	deflecţia maximă după încărcarea permanentă de 15 minute la starea limită de lucru (unde H este lungimea totală a stâlpului	=	0.0125	H
•	deflecţia reziduală maximă	=	0.003	H

7.7. Structuri ancorate

7.7.1 Generalităţi

Un stâlp ancorat poate fi o structură zăbrelită de oţel sau un stâlp din oţel tubular, beton sau lemn cu ancoraje din sârme de oţel de înaltă rezistenţă, galvanizate. Există diverse tipuri de configuraţii precum stâlp-în-V, portal, coloană, lanţ, structuri dublu ancorate din lemn, structuri tubulare ancorate pe nivele multiple, etc.

Se vor respecta cerinţele din Eurocodurile de bază, cu excepţia cazurilor de mai jos când este specificat diferit.

7.7.2 Bazele proiectării

1) Sunt aplicabile regulile date în Anexa 3 “Bazele Proiectării”.

2) Dacă nu este specificat altfel, nu este necesar să se considere efectele seismice, proiectarea la oboseală sau proiectarea şi construcţia pentru rezistenţă la foc.

7.7.3. Materiale

Materialele vor fi conform cu 7.2 şi cu documentele referitoare la stâlpii individuali de bază

7.7.4 Stări limită normate

7.7.4.1 Principii de bază

1) Structurile ancorate şi componentele vor fi astfel dimensionate încât să fie satisfăcute cerinţele de bază ale proiectării pentru stări limită de calcul care sunt date în Anexa 3 “Bazele Proiectării”.

2) Factorul parţial de material γ_M va fi luat cum este specificat la stâlpul de bază, şi în plus:

- rezistenţa ancorajelor și a clemelor de ancorare la rezistenţa limită	γ_{M2}	=	1,40

- rezistenţa izolatoarelor ancorajelor la rezistenţa limită	γ_{M2}	=	2,00

3) Structura ancorată va fi în general analizată prin folosirea teoriei de ordinul al doilea. Stâlpii ancoraţi înglobaţi cu ancoraje pretensionate sau alte structuri simple sunt deseori destul de rigide pentru a permite folosirea teoriei de ordinul întâi. În stâlpii simpli ancorați (un singur nivel de ancorare) analiza liniara elastică poate fi aplicată, în cazul în care stabilitatea globală a picioarelor va fi verificată în analize separate, unde nelinearitatea geometrică (PD-efect) este luată în considerare.

4) Analiza are la bază premisa că materialul are o comportare liniară efort-deformaţie.

5) Rezistenţa de proiectare finală a ancorei va fi redusă la valoarea teoretică după asamblare si montaj din cauza îndoirii ancorei în jurul unei cleme pană sau a unui bulon. Acest lucru se ia în considerare în proiectare. A se vedea detalii în EN 1993-1-11 şi EN 12385 (toate părţile).

Rezistența caracteristică a unei ancore trebuie să fie valoarea nominală pentru sarcina de rupere finală specificată în standarde adecvate, cum ar fi EN 12385 (toate părţile), sau poate fi luată din specificațiile fabricantului, care se bazează pe teste de laborator. Rezistenţa de proiectare finală al ansamblului de ancorare se calculează cu formula:

$F_{d,g} = F_{ke,g}/\gamma_{M2}$

$F_{ke,g} = K_e F_{k,g}$

Unde

$F_{d,g}$	este rezistența de proiectare a ansamblului ancorat;
$F_{ke,g}$	este rezistența caracteristică redusă a ancorei;
$F_{k,g}$	este rezistența caracteristică a ancorei;
γ_{M2}	este factorul parțial de material al ancorei;
K_e	este factorul de pierderi ce depinde de tipul armăturii terminale (vezi Tabelul 7.1).

Valoarea factorului de pierderi, Ke poate fi exemplificată prin teste de laborator sau prin calcule bazate pe metodele din EN 1993-1-11. În absența testelor sau a calculelor, valoarea de factorul de pierderi, Ke poate fi luată din Tabelul 7.1.

Tabelul 7.1 - Factorul de pierderi, Ke pentru rezistența ansamblului ancorat

Tipul armăturii terminale	K_e	Observații
Nucă cu umplutură metalică	1,00	
Nucă cu umplutură din rășină	1,00	
Armătură terminală elicoidală	1,00	
Nucă forjată în matriță	0,90	
Ochi securizat cu inel de etanşare	0,90	
Clemă cu pană	0,80	Tipul și mărimea conform instrucțiunilor fabricantului
Mufă şi garnitură	0,80	Tipul și mărimea conform instrucțiunilor fabricantului
Cârlig-U	0,80	Tipul și mărimea conform instrucțiunilor fabricantului
Altele	0,50-0,70	Bulonul alungit etc., depinde de raza de încovoiere (vezi regulile de calcul din EN 1993-1-11)

7.7.4.2 Calculul forţelor interne şi al momentelor

O grindă zăbrelită (picior sau traversă) va fi analizată la încovoiere şi flambaj prin folosirea unui model tri-dimensional cu bare cu capete articulate sau un model 3-D cu grindă unde rigiditatea axială şi la încovoiere va fi calculată pornind de la proprietăţile barei principale, în timp ce rigiditatea torsională va rezulta din proprietăţile diagonalelor.

Va fi verificat flambajul de torsiune-încovoiere al profilelor formate la rece. Se va ţine cont de flambajul local al montanților şi al diagonalelor.

Folosirea diagonalelor va preveni posibila deformare a secţiunii transversale pătrate.

Distribuţia forţei de forfecare va fi luată în consideraţie când se calculează forţele la ambele capete ale unei grinzi zăbrelite articulate. Pot fi adăugate considerarea imperfecţiunilor în grinda şi o forţă suplimentară acţionând transversal pe ghindă.

1,5 %

O valoare de 1,5 % din forța axială este recomandată.

Pentru stâlpii din oţel cu ancore multiple, modelul de analiză trebuie să ia în considerare de asemenea, deplasările mari şi schimbarea pozițiilor punctelor de încărcare.

Este recomandată metoda elementului finit (FEM) de ordinul al doilea. Trebuie avut grijă, la selectarea dimensiunile ancorelor și la specificarea tracțiunilor inițiale ale ancorelor.

Stâlpii ancoraţi vor fi proiectaţi pentru încovoiere şi flambaj. Pentru stâlpii-tubulari de oţel se va analiza flambajul local conform 7.4.6.

7.7.4.3 Analiza de ordinul al doilea

În analiza de ordinul al doilea se vor lua în consideraţie următoarele aspecte:

Va fi considerată o abatere de la linearitatea iniţială pentru panourile articulate la ambele capete (picioarele stâlpului).

O valoare de proiectare normală este de L/600 pentru panouri de oţel şi L/150 pentru panouri de lemn, unde L este lungimea piciorului. Pot fi folosite valori mai mici (nu mai mici de L/1000), dacă acestea sunt bazate pe măsurători. Abaterea de la linearitate va fi aplicată în cea mai nefavorabilă direcţie considerând răspunsul efortului implicat. Stâlpii înglobaţi ancoraţi vor fi analizaţi folosind o abatere iniţială de la linearitate sau o înclinaţie iniţială.

Se va lua în consideraţie slăbirea unuia sau mai multor ancoraje la diverse condiţii de sarcină.

20 mm

Se va aplica o toleranţă de excentricitate de 20 mm (în plus faţă de valoarea excentricității

de proiectare la capetele unui picior zăbrelit articulat) când se calculează eforturile de încovoiere în piciorul comprimat. Toleranţa va acţiona în cea mai nefavorabilă direcţie considerând răspunsul efortului implicat. Poate fi folosită o valoare mai mică, dacă aceasta se bazează pe măsurători.

Dacă o excentricitate terminală la capetele unor picioare zăbrelite articulate este folosită pentru a compensa efectele de încovoiere ale sarcinii vântului asupra piciorului, vor fi verificate următoarele cazuri speciale suplimentare de sarcină : Vânt maxim în rafală pe conductoare şi alte panouri cu întindere ale stâlpului și vânt maxim (mediat 10 minute) pe piciorul comprimat.

7.7.4.4 Coeficienții de zveltețe maximi

Coeficienții de zveltețe maximi pentru elementele structurale ale stâlpilor ancorați sunt enumerați mai jos. Valorile pentru picioare se referă, de asemenea, la fiecare interval de picior, în cazul în care stâlpul conţine mai mult de un nivel de ancorare. Pentru picioare tubulare conice sau din lemn, pentru verificarea coeficientului de zveltețe se utilizează diametrul mediu.

Picioare din oțel cu zăbrele (coeficient de zveltețe general)	150	
Picioare din oțel tubulare	150	
Picioare din lemn	250	
Traversa orizontală între picioare	250	(la stâlpii portal multi-ancorați)

7.7.5 Stări limită

Stările limită sunt legate de geometria stâlpului şi trebuie definite în conformitate cu distanțele electrice necesare (la sol şi la stâlp).

7.7.6 Detalii de proiectare pentru ancore

Proiectarea ancorelor se bazează pe valorile testate a parametrilor indicați în standardele relevante sau de către producător.

Modulul de elasticitate efectiv al ancorei determinat din standard, de către producător sau prin testare se utilizează din analiză. Metodele şi parametrii de proiectare din EN 1993-1-11 se vor utiliza, dacă este cazul.

Pentru ancoraje se vor folosi cabluri înfuniate din oţel galvanizat sau funii de oţel cu miez de oţel. Pentru a rezista unui curent ridicat de punere la pământ prin ancoraj, sârmele de oţel pot fi completate cu sârme de aluminiu de tip AL1/STYZ.

Ancorele vor fi echipate cu dispozitive pentru retensionare. Îmbinarea dintre cablul ancorei şi dispozitivul de ancorare va fi accesibilă. Îmbinările şi dispozitivele de întindere vor fi asigurate contra slăbirii/desfacerii lor în timpul funcţionării.

La atașarea mufelor ancorelor, a clemelor pană sau a altor accesorii echivalente relevante, se utilizează teste de tip. Aceste echipamente trebuie să aibă o rază de încovoiere potrivită (dovedite prin teste), daca firele ancorei vor fi îndoite. Cu toate acestea, cleme de cablu nu sunt acceptate. Consultaţi cerinţele şi detalii din EN 1993-1-11. Informaţii suplimentare pot fi prezentate în Specificaţiile Tehnice.

Ancorajele folosite în structuri precum stâlp-în-V, portal, lanţ şi structuri dublu ancorate cu picioare din lemn, sunt în general pretensionate cu o mică forţă după montarea structurii. Efectul acestei forţe, nu mai mare de 20 kN, poate fi neglijat în calcule.

Ancorajele folosite în alte structuri sunt în general pretensionate la o valoare specificată pentru a reduce deformaţia la sarcini extreme. Eforul de pretensionare va fi exprimat ca un procentaj din efortul de rupere sau din efortul maxim. Stâlpii de colţ vor rămâne verticali după întinderea conductoarelor în condiția de temperatura de referință. Pentru a minimiza posibilitatea vibraţiilor ancorajului, pretensionarea trebuie să fie mai mică decât 10% din sarcina de rupere a ancorajului.

La stâlpii ancoraţi la care se folosesc elemente tubulare drept picioare, traverse sau orizontale, se va acorda o atenţie deosebită pentru a preveni posibilele fenomene de vibraţii, galopare şi fenomene de oscilație în elementele tubulare.

Acolo unde sunt folosite mufe din oţel turnat sau mufe turnate în matriţă la terminaţiile ancorajului, se va asigura ca piesele turnate să fie lipsite de defecte, printr-un control nedistructiv acceptabil, sau prin certificatul fabricantului.

Abaterea de la linearitate existentă la piciorul stâlpului, va fi verificată prin inspecţie, înainte de montaj şi va respecta valoarea de proiectare.

Posibila pretensionare a ancorajelor va fi verificată şi menţinută pe durata inspecţiilor periodice. Pentru un stâlp ancorat pe nivele multiple, sunt necesare instrucţiuni pentru montaj deoarece structura este sensibilă la pretensionarea ancorajelor.

Se va acorda atenţia cuvenită pentru protejarea ancorajului în zone populate de posibile coroziuni galvanice şi posibile conturnări. În unele cazuri poate fi recomandată izolarea ancorajului.

Vor fi luate, de asemenea, în consideraţie săgeţile sau elongaţiile cauzate din vânt, întreţinere sau alt eveniment pentru respectarea siguranței electrice.

Toate ancorele care sunt fixate le sol trebuie echipate cu mijloace care să facă ancora cât de vizibilă posibil.

Se va acorda atenție pentru protecția ancorei la posibila expunere la tensiune. Toate ancorele pentru stâlpii din lemn şi stâlpii din materiale cu proprietăţi izolante aflate la o distanţă mai mică de 0,5 m + D_{el} de părţile aflate

sub tensiune, trebuie echipate cu un izolator adecvat conceput, cu excepția cazului în care ancora este legată electric la pământ. Legarea la pământ trebuie să fie astfel realizată încât în cazul avarierii ancorei, nici o parte să nu fie pusă sub tensiune şi să nu rămână ca un risc electric pentru public. Dacă este necesar, legarea la pământ se va efectua la ambele capete.

Pentru toți ceilalți stâlpi ancorați, ancorele sunt incluse în sistemul de legare la pământ. Aceștia trebuie echipați cu un izolator de ancoră, dacă este specificat în caietului de sarcini.

Distanța dintre partea inferioară a izolatorului de ancoră şi sol trebuie să fie în mod normal cel puțin 3,5 m + Del. Această distanță trebuie să fie cel puțin de 3,0 m + D_{el} pentru a ține cont de o ancoră care s-a slăbit sau s-a desfăcut la capătul inferior.

7.8 Alte structuri

Alte tipuri de structuri vor fi proiectate conform cerinţelor din Eurocodurile de bază ENV 1992-1-1 și ENV 1993-1-1.

Analiza şi proiectarea altor structuri specifice care nu sunt acoperite de sub-clauzele susmenţionate, va fi convenită între client şi proiectant/ fabricant, înainte de începerea contractului.

7.9 Protecţie anticorozivă şi finisaje

7.9.1 Generalităţi

Stâlpii vor fi protejaţi contra coroziunii pentru a asigura durata lor de viaţă preconizată conform Anexei 3 ”Bazele proiectării”, ţinând cont de regimul planificat de întreţinere. Următoarele sub-clauze care includ cerinţe minime, dar sporite, inclusiv conformitatea cu reglementările locale de mediu, pot fi incluse în Caietul de Sarcini.

7.9.2 Galvanizarea

Dacă nu este prevăzut altfel în Specificațiile Tehnice, după terminarea tuturor procedurilor de fabricaţie, toate materialele din oţel vor fi galvanizate la cald şi testate în conformitate cu EN ISO 1461. Grosimea de acoperire (dacă nu este precizat altfel) va fi conform cerinţelor din EN ISO 1461.

Înainte de galvanizare toate materialele din oţel vor fi degresate de orice substanţe sau impurităţi care ar putea afecta negativ calitatea finisării. Pregătirea pentru galvanizare şi galvanizarea însăşi nu vor afecta negativ proprietăţile mecanice ale materialului protejat.

Toate şuruburile, tijele filetate şi piuliţele, inclusiv porţiunile cu filet exterior, vor fi galvanizate la cald (vezi EN ISO 1461:2009 – C.2.2).

7.9.3 Pulverizări termice metalice

Dacă nu este precizat altfel în Specificaţiile Tehnice, când piesele sunt prea mari, sau dificil de galvanizat, ele vor fi protejate contra coroziunii prin pulverizarea termică a unui strat de zinc peste metalul de bază, efectuată conform cu EN ISO 14713 şi conform EN 22063. Grosimea depunerii de zinc nu va fi mai mică de 80 μm. Când este folosit acest sistem, va fi de asemenea protejată suprafaţa interioară a secţiunilor tubulare.

7.9.4 Vopsire peste galvanizare în fabrică (sistem Duplex)

Când trebuie aplicat o acoperire cu vopsea în fabrică după galvanizarea la cald a structurii, această acoperire va fi făcută cât mai curând posibil.

Materialul de acoperire trebuie să fie fără plumb conform cu reglementările naţionale generale de protecţie a angajaţilor.

Materialele recomandate, care dau o aderenţă excelentă la noul oţel galvanizat, trebuie să fie de preferinţă materiale mono-componente pe bază de copolimeri vinilici sau acrilici în dispersie apoasă. În mod uzual se aplică un singur strat de acoperire ca o grosime a stratului uscat de 70 µm pentru a asigura o protecţie corespunzătoare.

Dacă este cerut în fişa tehnică a furnizorului materialului de acoperire, piesele de oţel galvanizate vor fi sablate înainte de vopsire. Pentru a obţine cele mai bune rezultate se va folosi ca material de sablare corindon sau granule de oţel cu mare rezistenţă cu o mărime de 0,25 mm până la 0,50 mm. Presiunea de sablare şi distanţa sunt determinate astfel încât grosimea maximă a stratului de zinc îndepărtat să fie 10 µm.

Suprafaţa zincului, pe toate piesele care vor fi vopsite, va fi curățită de praf, ulei şi orice substanţă străină precum şi de orice produse de coroziune a zincului. Aceste piese vor fi vopsite imediat după tratamentul suprafeţei. Pregătirea suprafeţei şi vopsirea propriu-zisă se vor face în spaţii închise.

După vopsire, numărul de identificare al fiecărei părţi a construcţiei va rămâne lizibil pentru a oferi un montaj corespunzător. Piesele de conectare, precum guseele, nu necesită să fie vopsite.

Uscarea părţilor vopsite ale construcţiei va fi efectuată suficient de bine în fabrică astfel încât să nu apară deteriorări ale suprafeţei protejate pe timpul transportului.

În scopul evitării deteriorării pe timpul transportului, la piesele din două părţi, se vor introduce carton vopsit cu aluminiu sau material echivalent între părţi.

Trebuie luat în consideraţie că greutatea pieselor vopsite aflate în vrac, trebuie determinată astfel încât cele care se află la partea de jos, să nu sufere deteriorări datorită presiunii.

După montarea stâlpilor toate părţile nevopsite (şuruburi, piuliţe, gusee, etc.) sau părţile care au deteriorări ale vopselii vor fi vopsite pe şantier.

7.9.5 Finisări decorative

Pentru sistemele de avertizare a avioanelor pe timpul zilei, se atrage atenţia că sistemul de vopsire folosit va fi compatibil cu finisajul suprafeţei reglementate. Se va include în Caietul de Sarcini referinţa necesară la Regulile Organizaţiei Internaţionale a Aviaţiei Civile (ICAO) – anexa 14, Capitolul 6 sau reguli locale.

7.9.6 Folosirea oţelurilor rezistente la intemperii

Folosirea oţelurilor rezistente la intemperii necesită consideraţii speciale de proiectare şi o experienţă pe scară largă. Ele trebuie să fie folosite cu atenţie în zonele unde apar coroziuni limitate deoarece o anumită coroziune este necesară pentru a oferi stratul rezistent la intemperii.

7.9.7 Protecţia stâlpilor de lemn

Lemnul va fi protejat contra deteriorării prin impregnare cu sare sau creozot sau alţi agenţi de conservare aprobaţi, contra putrezirii, acţiunii păsărilor sau insectelor. Protecţia afectează parametrii de proiectare prin creşterea duratei de viaţa a lemnului.

Se va acorda o atenţie deosebită găurilor de ghidare şi suprapunerilor, indiferent dacă au fost făcute înainte sau pe durata montajului.

7.10 Facilităţi pentru întreţinere

7.10.1 Cățărarea

Facilităţile pentru a permite accesul sigur al personalului autorizat vor fi conform celor precizate în Specificaţia Proiectului. Unde este adecvat, acesta va include accesul pentru întreţinerea liniei sub tensiune. Accesul la traversele stâlpilor se va face, de preferinţă, cu ajutorul unui dispozitiv demontabil de greutate mică, proiectat să suporte sarcinile cerute. Proiectarea structurilor trebuie să ia în considerare cerințele de procedurile de cățărare în condiţii de siguranţă. Fiecare NC înregistrează metoda de acces în siguranță la stâlp.

Se va ţine cont de cerinţele de a preveni accesul neautorizat la stâlpi, aşa cum este specificat la 7.10.3.

7.10.2 Întreţinerea

Suplimentar accesoriilor pentru cățărare, va fi precizată în Specificaţia Proiectului, livrarea unor alte prinderi/găuri pentru instalarea echipamentului de întreţinere.

7.10.3 Cerinţe de siguranţă

Cerinţele şi metodele pentru a furniza cele de mai jos, vor fi precizate în Specificaţia Proiectului şi vor ţine cont de principalele obligaţii legale naţionale (şi internaţionale) cum ar fi:

• asigurarea de informaţii de siguranţă pentru publicul larg (de ex. semne de avertizare, număr de telefon pentru contact de urgenţă).

• prevenirea cățărării neautorizate.

• asigurarea de ajutoare pentru personalul autorizat pentru a fi capabil să identifice corect conductoarele aflate sub tensiune faţă de cele care nu sunt sub tensiune (de ex. marcaje de identificare a circuitelor).

• asigurarea de legături pentru conductorul de protecţie şi pentru legarea la pământ a stâlpului.

7.11 Teste de încărcare

Testele de tip pe stâlpii liniilor aeriene vor fi efectuate conform cu IEC 60652.

7.12 Asamblare şi montaj

Calificarea forţei de muncă pentru asamblare şi montaj va fi conform cu cerinţele minime din EN 1992-1-1, EN 1993-1-1, EN 1995-1-1 și EN 1090-1.

ANEXA 8 - Fundații

8. Fundaţii (copie din Standardul românesc SR EN 50341-1: 2013)

8.1 Introducere

Fundaţiile îndeplinesc sarcina transferului încărcărilor structurale de la stâlp către sol, precum şi protejarea stâlpului la mişcările solului.

Vor fi considerate cerințele generale din ENV 1997-1:2004 (Secțiile 1 și 5) și EN 1997-2:2007.

Clauzele următoare oferă detalii complementare pentru scopul specific al fundațiilor liniilor.

Sub-clauza 8.2 introduce datele de bază pentru proiectarea geotehnică (Secţiunea 2 din EN 1997-1:2004). Modele de calcul sunt date în Anexa 18.

Sub-clauza 8.3 se ocupă cu datele geotehnice ale solului (Secţiunea 3 din EN 1997-1:2004 şi EN 1997-2:2007).

Clauzele 8.4 şi 8.5 se referă la supravegherea construcției, monitorizare şi întreţinere (Secţiunea 4 din EN 1997-1:2004), precum şi la lucrările de umplere, eliminare de apă, de îmbunătăţirea şi consolidarea a solului (Secțiunea 5 din EN 1997-1:2004).

Specificațiile detaliate şi cerinţele suplimentare celor detaliate în această clauză se precizează în Specificațiile Tehnice.

Fundaţiile stâlpilor pot fi dintr-o singură bucată, sau separate, pentru fiecare picior de fundaţie în parte.

Încărcările fundaţiilor dintr-o singură bucată sunt predominante sub forma unui moment de răsturnare care, în mod uzual, rezistă presiunii laterale a solului, împreună cu forţe de tăiere adiţionale şi forţe verticale ale presiunii solului îndreptate în sus.

Tipurile obişnuite ale fundaţiilor dintr-o singură bucată sunt monobloc, piramidă sau placă, fundaţii grătar, cheson sau chei şi fundaţii pe un pilot sau un grup de piloți.

În cazul picioarelor separate, încărcările predominante sunt cele verticale în jos şi forţele de smulgere. Smulgerea este, în mod uzual, suportată de încărcările datorate greutăţii proprii a volumului de fundaţie, supraîncărcările datorate pământului şi / sau forţele tăietoare în sol. Aceasta se aplica, de asemenea, fundaţiilor ancorate. Forţele de compresiune sunt preluate de rezistenţa solului.

Tipurile obişnuite de fundaţii cu picioare separate sunt fundaţiile bloc cu sau fără undercut (fundaţii talpă şi coş turnate), fundaţii forate cu, sau fără micropiloţi, bază extinsă, fundaţii pe piloni sau pe cheson, fundaţii grătar şi fundaţii pe piloţi verticali sau greblă.

8.2. Date de bază pentru proiectarea geotehnică (EN 1997-1:2004 – Secțiunea 2)

8.2.1 Generalități

Fundațiile stâlpilor sunt considerate ca fundaţii de categoria geotehnică 1 sau 2 (a se vedea 2.1 Sub-clauza EN 1997-1:2004).

Fundațiile pentru liniile aeriene cu tensiuni sub AC 45 kV c.a. pot fi considerate ca fundații de categoria geotehnică 1 în timp ce fundațiile pentru liniile aeriene cu tensiuni mai mari de 45 kV c.a. trebuie considerate ca fundații de categoria geotehnică 2.

8.2.2 Studiul geotehnic prin calcul

Modelul de calcul constă în unul din următoarele modele:

- modelul analitic;
- modelul semi-empiric;
- modelul numeric.

Formulele utilizate să determine rezistenţa fundaţiei sunt cele date în codul de practică, din în ENV 1997-1-1, în literatura relevantă sau cele care au fost utilizate satisfăcător în experienţa practică.

Modelele analitice pentru calculul rezistenţei de smulgere sunt date în Anexa 18, sub-clauza 18.2 pentru:

- fundație de beton cu trepte cu undercut;
- fundație de beton cu trepte fără undercut.

Modele semi-empirice pentru estimarea rezistenţei sunt date în Anexa 18, sub-clauza 18.3 pentru:

- fundații monobloc, cu placă;
- fundații grătar, cu radier general;
- fundaţii mono-pilot;
- fundații ciupercă ("cu talpă și coș");
- fundații forate şi excavate;
- fundaţii grătar separate;
- fundaţii pe piloți.

Trebuie verificat că stările limită nu sunt depășite:

• avarierea internă sau deformarea excesivă a structurii sau a unor elemente structurale, inclusiv fundaţii, piloți sau pereți din subsol, în care rezistenţa materialelor structurale este semnificativă în asigurarea rezistenţă (STR);

• avarierea sau deformarea excesivă a solului, în care forța solului sau a rocii este semnificativă în asigurarea rezistenţei (GEO).

NOTA 1 Starea limită GEO este adesea critică pentru dimensionarea elementelor structurale implicate în fundaţii sau amenajărilor de reținere a apei şi, uneori, pentru rezistența elementelor structurale

Atunci când se analizează o stare limită de avarie sau deformarea excesivă a unui element structural sau secţiunea solului (STR și GEO), trebuie să se verifice că:

$E_d \leq R_d$

E_d este efectul total de proiectare a acţiunilor pe fundaţii care rezultă din toate acţiunile pe stâlpi cum este definit în Anexa 4 şi din stâlpii înșiși. Factori parţială pentru acțiuni, care depind de nivelul de fiabilitate, sunt deja incluși în calculul de acţiuni pe stâlpi.

R_d este rezistența de proiectare pentru fundații.

Factorii parţiali pot fi fie aplicați:

- rezistenței (R) $R_d = R\{X_k\} / \gamma_R$ (EN 1997-1 Ipoteza de proiectare 2)
- proprietăților solului (X) $R_d = R\{X_k\} / \gamma_M$ (EN 1997-1 Ipoteza de proiectare 3)

Un set de factori parţiali aplicat proprietăţilor principale ale solului (sau parametrii de sol) în Ipoteza de Proiectare 3 este dat în următorul tabel 8.1:

Tabelul 8.1 – Factori parțiali pentru parametrii solului (conform Anexei A din EN 1997-1:2004)

Parametrii solului	Simbol	Valoare
Unghiul rezistenței de forfecare*	$\gamma_{\phi'}$	1,25
Coeziunea efectivă	$\gamma_{c'}$	1,25
Efort de forfecare nedrenat	γ_{cu}	1,4
Rezistența liberă	γ_{qu}	1,4
Densitatea de greutate	γ_{γ}	1
* : Acest factor este aplicat la tan ϕ'		

Factorii parțiali γ_R aplicați rezistenței ar putea fi:

- găsiți în Anexa A din EN 1997-1 :2004 (dacă este relevant),
- determinați prin teste sau prin calcul.

În primul caz, determinarea lui γ_R ar putea fi întreprinsă în conformitate cu Anexa D din EN 1990:2002 (Proiectare asistată de testare).

NOTA 2 Anexa 18, sub-clauza 18.3 dă factorii parțiali γ_R pentru unele modele semi-empirice pentru rezistenţă.

Alegerea ipotezei de proiectare şi valorile factorilor parţiali se specifică în Specificaţiile Tehnice.

Ipoteza de proiectare 1 din EN 1997-1 poate fi, de asemenea, specificată în Caietul de Sarcini al proiectului. În acest caz, setul de factori parţiali pentru acţiuni care se utilizează este dat în EN 1997-1:2004, Anexa A.

Proiectarea fundației, limitarea valorilor pentru deplasările fundaţiei trebuie specificate în Specificaţiile Tehnice.

Ca orientare, pot fi adoptate valorile deplasărilor limită date în IEC 60826 sau în Anexa H din EN 1997-1:2004.

8.2.3 Studiul de proiectare geotehnic prin metode prestabilite

Fundaţia stâlpilor de lemn autoportanți, în soluri medii, sau normale, poate fi executată conform următoarei reguli: "Stâlpii de lemn autoportanţi se vor monta încastraţi direct în pământ. Adâncimea trebuie să fie cel puţin 1/7 din înălţimea stâlpului şi nu mai puţin de 1,5 m. Săpătura trebuie umplută cu pietriş, care trebuie comprimat cu atenţie, să asigure rigiditatea laterală a încastrării. Dacă nu există riscul pătrunderii apei, se poate folosi beton".

Calitatea bună a compactării sau a betonului poate fi necesară în solurile slabe.

8.2.4 Încărcări de testare și teste pe modele experimentale

Detalii referitoare la pregătirea testării, aranjarea, procedura de testare şi evaluarea sunt date în EN 61773.

8.3. Investigarea solului și date geotehnice (EN 1997-1:2004 – Secțiunea 3)

Important în determinarea tipului fundaţiei şi a formelor şi dimensiunilor ei, este cunoaşterea în detalii suficiente a structurii solului până la o adâncime egală cu cel puţin lăţimea fundaţiei şi, în cazul unei fundaţii pe piloţi, mai mare decât adâncimea pilotului. Riscurile naturale trebuie, de asemenea, luate în considerare în alegerea tipului fundaţiei.

Investigările solului trebuie elaborate luând în considerare tipului fundaţiei şi parametrii ceruţi pentru proiectarea fundaţiei.

Investigările solului trebuie făcute până la o adâncime care să includă toate straturile cu o influenţă semnificativă în rezistenţa fundaţiei. Când se determină zona şi adâncimea investigării solului, trebuie luate în considerare informaţii deja existente referitoare la structură, uniformitate şi caracteristici ale straturilor individuale. Când se justifică, investigarea solului poate fi omisă.

Anexa 18, sub-clauza 18.1 oferă informații complementare despre parametrii geotehnici ai solurilor şi ai rocilor.

8.4. Supervizarea construcţiei, monitorizarea şi mentenața (EN 1997-1:2004 – Secțiunea 4)

Anterior începerii construcţiei, trebuie făcut un plan cu acţiuni neprevăzute, care poate fi adoptat dacă săpătura arată caracteristici ale solului sau comportament în afara limitelor acceptabile.

8.5. Umplutura, evacuarea apei, îmbunătățirea și întărirea solului (EN 1997-1:2004 – Secțiunea 5)

La umplutură, compactarea fundaţiei trebuie să se facă cu grijă, pentru a realiza caracteristicile solului cât mai aproape de ale unui sol netulburat.

8.6. Interacțiunea dintre fundațiile stâlpilor și sol

O atenţie deosebită se acordă interacţiunii:

• sarcinilor de pe stâlp;

• sarcinilor care rezultă din presiunile active din sol şi greutatea permanentă a fundaţiei şi solului;

• efectelor forţei lui Arhimede a apei subterane asupra solului şi fundaţiei. Acestea, împreună cu forţele de reacţie ale straturilor solului, se iau în considerare în calculul fundaţiilor stâlpilor.

De asemenea, criteriile stărilor limită pentru:

• plasarea acceptabilă/inacceptabilă a fundaţiei, inclusiv plasarea asimetrică;

• deformațiile impuse stâlpului sau elementelor stâlpului;

• înclinaţiile stâlpilor (în special pentru stâlpii de colț și stâlpii terminali), trebuie definite și luate în considerare.

ANEXA 9 - Exemple ale încărcărilor datorate vântului – Forțe speciale

Exemple ale încărcărilor datorate vântului - Forţe speciale (copie din Standardul românesc SR EN 50341-1: 2013)

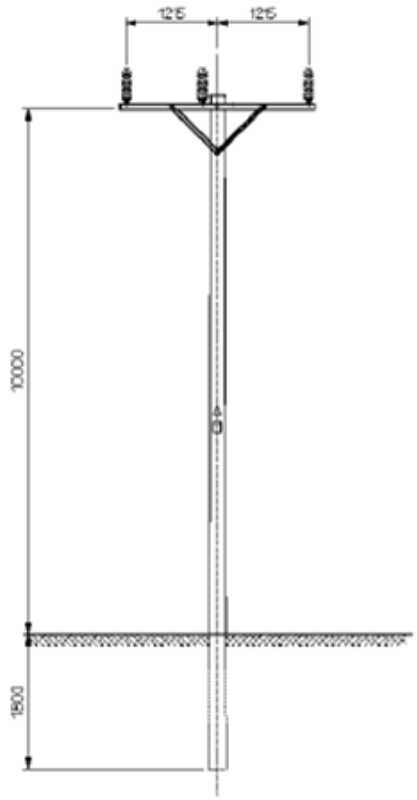
9.1. Exemple ale calculului încărcărilor datorate vântului definite la 4.3 și 4.4

9.1.1 Exemplul 1: Stâlp tip de susținere din lemn de 24 kV

Descriere:

- 1 circuit
- deschidere nominală: 100 m
- Conductor: ACSR 99 mm2 tip Pigeon
  Diametru: 12,8 mm
- La +500C 7m la sol pentru conductorul de jos
- La 00C Parametrul lănțișorului = 1322 m

Figura 9.1 - Stâlp tip de susținere din lemn de 24 kV



Date și exemplu de calcul pas cu pas

$V_{b,0}$ = 25 m s^{-1}	Viteza vântului de bază	(4.3.2)
z_0 = 0,05 m	Lungimea rugozității terenului de categoria II	(4.3.2)
k_r = 0,189	Factorul de teren pentru teren de categoria II	(4.3.2)
h = 10 m	Înălțimea de referință deasupra solului	(4.3.2)

Pentru linii până la 45 kV, h poate fi luat ca 10 m indiferent de înălţimea efectivă cu condiția ca înălțimea maximă a structurii să fie de maxim de 20 m.

$c_{,0}$ = 1	Factorul topografic al terenului	(4.3.2)
c_{dir} = 1	Factorul direcției vântului	(4.3.2)
V_h (h) = $V_{b,0}$ c_{dir} c_0 k_r ln(h/z_0) = 25 ms^{-1}	**Viteza medie a vântului**	(4.3.2)
□ = 1,225 kg m^{-3}	Densitatea aerului	(4.3.3)
q_h (h) = 1/2 □ V^2_h (h) = 383 Pa	**Presiunea medie a vântului**	(4.3.3)
I_v (h) = 1 / [c_0 ln (h/z_0)] = 0,189	**Intensitatea turbulenței**	(4.3.4)

q_p (h) = [1 + 7 I_v(h)] q_h (h) = 890 Pa	**Presiunea maximă a vântului**	(4.3.4)
L_1 = 120 m	Deschiderea adiacentă din fața stâlpului	(4.4.1.2)
L_2 = 80 m	Deschiderea adiacentă de după stâlp	(4.4.1.2)
L_m = (L_1+L_2)/2 = 100 m	**Deschiderea medie**	(4.4.1.2)
$L(h) = 300.\left(\frac{h}{200}\right)^{0,67+0,05Ln(z_0)} = 63,1$ m	**Scala lungimii turbulenței**	
$B^2 = \frac{1}{1+\frac{3}{2}\times\frac{L_m}{L(h)}} = 0,296$	Factor de fond	(4.4.1.2)
k_p = 3	Factor de vârf	(4.4.1.2)
R^2 = 0	Componenta răspunsului rezonant	(4.4.1.2)
$G_c = \frac{1+2\,k_p\,I_v(h)\sqrt{B^2+R^2}}{1+7\,I_v(h)} = 0,696$	Factor de rezonanţă structurală	(4.4.1.2)

NOTA Valoarea dată în Tabelul 4.4.c este 0,70 pentru z_0 = 0,05 m, L_m = 100 m și h =10m.

φ = 0	Unghiul de incidență	(4.4.1.1)
C_c = 1	Coeficient de rafală pentru conductoare	(4.4.1.3 Metoda 1)
d = 12,8 mm	Diametrul conductorului	(4.4.1.1)
Q_{Wc_V} = q_p(h) $G_cC_cd\cos^2\varphi$ (L_1+L_2)/2 = 793 N	**Forța din vânt pe fiecare conductor asupra stâlpului**	(4.4.1.1)
d_{ins} = 150 mm	Diametrul izolatorului	
h_{ins} = 305 mm	Înălțimea izolatorului	
A_{ins} = 0,046 mm^2	Aria izolatorului	(4.4.2)
C_{ins} = 1,2	Coeficient de rafală pentru lanţuri de izolatoare	(4.4.2)
G_{ins} = 1	Factor de rezonanţă structurală pentru lanţurile de izolatoare	(4.4.2)

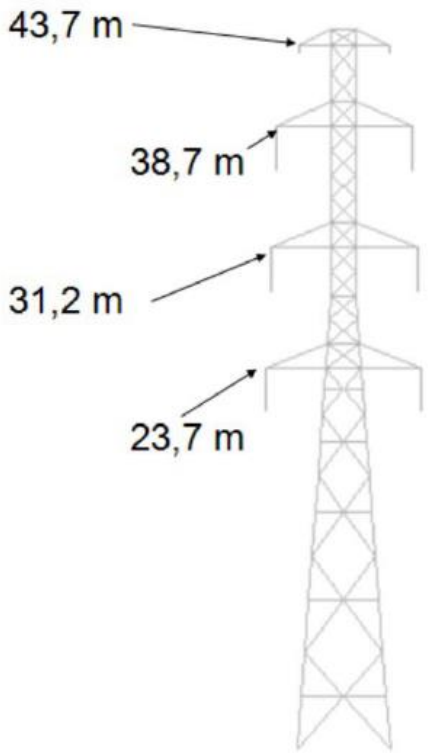
$\mathbf{Q_{Wins} = q_p(h)\ G_{ins}\ C_{ins}\ A_{ins} = 49\ N}$	**Forța din vânt pe fiecare lanț de izolatoare asupra stâlpului**	(4.4.2)
$d_{tpole} = 15$ cm	Diametrul stâlpului tubular la vârf	
$d_{igroundpole} = 25$ cm	Diametrul stâlpului tubular la bază	
$H_{pole} = 10$ m	Înălțimea stâlpului tubular deasupra nivelului solului	
$A_{pol} = 2\ m^2$	Aria stâlpului tubular $(H_{pole}(d_{toppole}+d_{groundpole})/2)$	(4.4.4)
$G_{pol} = 1$	Factor de rezonanţă structurală pentru stâlpi tubulari	(4.4.4)
$C_{pol} = 0,9$	Coeficient de rafală pentru stâlpi tubulari	(4.4.4)
$\mathbf{Q_{Wpol} = q_p(h)\ G_{pol}\ C_{pol}\ A_{pol} = 1602\ N}$	**Forţa vântului pe un stâlp tubular aplicată în centrul de gravitație**	(4.4.4)

9.1.2 Exemplul 2: Stâlp tip de susținere cu zăbrele de 225 kV

Descriere:

- 2 circuite
- deschidere nominală: 400 m
- Conductor: AAAC 570 mm2 (ASTER)
  Diametru: 31,05 mm
- La +500C 8m la sol pentru conductorul cel mai de jos
- La 150C Parametrul lănțișorului = 2000 m

Figura 9.2 - Stâlp tip de susținere cu zăbrele de 225 kV



Date și exemplu de calcul pas cu pas

$V_{b,0}$ = 24 m s^{-1}	Viteza vântului de bază	(4.3.2)
z_0 = 0,05 m	Lungimea rugozității terenului de categoria II	(4.3.2)
k_r = 0,189	Factorul de teren pentru teren de categoria II	(4.3.2)
$c_{,0}$ = 1	Factorul topografic al terenului	(4.3.2)
c_{dir} = 1	Factorul direcției vântului	(4.3.2)
h = 33 m	Înălțimea de referință deasupra solului (metoda 8) [31,05(23,7+31,2+38,7)+15,6(43,7)]/[3x31,05+15,6]	(4.4.1.1)
V_h (h) = $V_{b,0}$ c_{dir} c_0 k_r ln(h/z_0) = 29,5 ms^{-1}	**Viteza medie a vântului**	(4.3.2)
ρ = 1,225 kg m^{-3}	Densitatea aerului	(4.3.3)
q_h (h) = 1/2 □ V^2_h (h) = 544 Pa	**Presiunea medie a vântului**	(4.3.3)
I_v (h) = 1 / [c_0 ln (h/z_0)] = 0,154	**Intensitatea turbulenței**	(4.3.4)
q_p (h) = [1 + 7 I_v(h)] = q_h (h) = 1130 Pa	**Presiunea maximă a vântului**	(4.3.4)

L_m = 400 m	Deschiderea medie	(4.4.1.2)
$L(h) = 300.\left(\frac{h}{200}\right)^{0,67+0,05.Ln(z_0)} = 117,5$ m	**Scala lungimii turbulenței**	(4.4.1.2)
$B^2 = \frac{1}{1+\frac{3}{2}\times\frac{L_m}{L(h)}} = 0,164$	Factor de fond	(4.4.1.2)
k_p = 3	Factor de vârf	(4.4.1.2)
R^2 = 0	Componenta răspunsului rezonant	(4.4.1.2)
$G_c = \frac{1+2.k_p.I_v(h).\sqrt{B^2+R^2}}{1+7.I_v(h)} = 0,661$	Factor de rezonanță structurală	(4.4.1.2)

NOTA Valoarea dată în Tabelul 4.4.c este 0,66 pentru z_0 = 0,05 m, L_m = 400 m și h =30m sau 35m.

φ = 1	Unghiul de incidență	(4.4.1.1)
C_c = 1	Coeficient de rafală pentru conductoare	(4.4.1.3 Metoda 1)
d = 31,05 mm	Diametrul conductorului	(4.4.1.1)
$Q_{wc_V} = q_p(h)\ G_c\ C_c\ d\ \cos^2\varphi\ L_m$ = 9277 N	**Forța din vânt pe fiecare conductor asupra stâlpului**	(4.4.1.1)

<u>Calculul forțelor din vânt pe un element (bară) a stâlpului</u>

H_t = 44,7 m	Înălțimea totală a stâlpului	(4.4.3.3.)
h = 27 m	Înălțimea de referință (60% din H_t)	(4.4.3.3.)
$V_h(h) = V_{b,0}\ c_{dir}\ c_0\ k_r\ \ln(h/z_0)$ = 28,5 ms^{-1}	**Viteza medie a vântului**	(4.3.2)
ρ = 1,225 kg m^{-3}	Densitatea aerului	(4.3.3)
$q_h(h) = 1/2 \square V^2_h(h)$ = 508 Pa	**Presiunea medie a vântului**	(4.3.3)
$I_v(h) = 1 / [c_0 \ln(h/z_0)] = 0,159$	**Intensitatea turbulenței**	(4.3.4)
$q_p(h) = [1 + 7\ I_v(h)] = q_h(h) = 1173$ Pa	**Presiunea maximă a vântului**	(4.3.4)
C_m = 1,6	Coeficient de rafală pentru un cornier	(4.4.3.3)

$G_m = 1$	Factor de rezonanță structurală pentru un cornier	(4.4.3.3)
$\mathbf{Q_{Wm} = q_p(h)\ G_m\ C_m\ A_m \cos^2 \varphi_m}$	**Forţa din vânt pe fiecare cornier**	(4.4.3.3)
$\mathbf{Q_{Wm} =\ 1717\ (Pa)\ A_m \cos^2 \varphi_m}$	**(funcție de A_m și $\cos^2 \varphi_m$)**	

9.2 Forțe speciale

9.2.1 Definiții și simboluri folosite în această anexă 9.2

Simbol	Signification
ISC2 φ	curent de scurtcircuit bifazat
ISC3 φ	curent de scurtcircuit trifazat

9.2.2 Forţe datorate curenţilor de scurt-circuit

Preocuparea principală este balansarea conductoarelor care rezultă în contacte nedorite, rezultatul fiind o deconectare permanentă a întreruptorului, reconectarea având loc în acea perioadă. Condiţiile de scurt-circuit pot să cauzeze, de asemenea, probleme mecanice (pe stâlpi), dar acestea sunt mai puţin importante decât cele datorită balansării conductoarelor.

O soluţie posibilă la balansarea conductoarelor constă în folosirea distanțierelor între subconductoare, care reduce deplasarea prin ţinerea conductoarelor departe unul de celălalt (suprimarea balansării conductoarelor). Calculul necesită un program capabil în simularea forţelor şi deplasările conductoarelor în timpul scurt-circuitului şi după acesta.

O analiză mecanică a liniilor electrice în timpul scurt-circuitului poate fi făcută, dacă este cerută de Specificaţiile de proiectare. Trebuie luate în considerare următoarele:

• Un nivel de scurt-circuit trebuie specificat cu referire la nivelurile specifice de comutaţie.

Pentru informare, nivelul de scurt-circuit (curentul de scurt-circuit trifazat, ISC3Φ) într-o staţie electrică poate depăşi următoarele trepte:

1) 40 kA pentru 420 kV tensiune maximă de serviciu;

2) 31,5 kA pentru 245 kV tensiune maximă de serviciu;

3) 20 kA pentru tensiuni joase.

• Curentul de scurt-circuit folosit pentru verificare este nivelul maxim permis de echipamentele staţiei electrice (chiar dacă nu este atins în etapa prezentă de dezvoltare a sistemului energetic), pentru a facilita o evoluţie viitoare a sistemului.

• Stâlpii de lângă staţie trebuie verificaţi, luând în considerare reducerea curentului de scurt-circuit datorită impedanţei liniei.

• Verificarea stâlpului încetează, atunci când curentul de scurt-circuit scade la mai puţin din nivelurile mai sus menţionate.

Această regulă trebuie aplicată să verifice de la 5 la 10 deschideri de la staţie. În general, numai o deschidere este afectată de balansări excesive şi unul sau doi stâlpi adiacenţi staţiei reprezintă subiectul supraîncărcărilor mecanice datorate scurt-circuitelor.

• Numai curentul de scurt-circuit bifazat, ISC2Φ, trebuie verificat ca cel mai restrictiv. Cu o aproximaţie:

$$I_{sc2\phi} = I_{sc3\phi}$$

Reducerea curentulului de scurt-circuit în timp, trebuie luat în considerare, în conformitate cu caracteristicile electrice ale sistemului. Timpul de defect trebuie considerat în conformitate cu tipul protecţiei prin relee folosite şi posibilitatea de acoperire a întreruperii sau nu (durata de întrerupere fără declanşare estimat în general la 80 până la 200 ms cu relee performante).

9.2.3 Avalanşe, alunecări de zăpadă

În plus faţă de efectele directe ale avalanşelor, efectele avalanşelor de pe partea opusă văii unde este linie electrică nu trebuie neglijată. Acestea pot influenţa conductoarele şi accesoriile (în special în cazul avalanşelor prăfoase), stâlpii şi fundaţiile. Căderile de zăpadă trebuie considerate ca o încărcare suplimentară pe fundaţii şi părţile de jos ale stâlpilor (în special barele de legătură).

Principiile de calcul ale încărcărilor cauzate de avalanşe sau căderi de zăpadă nu pot fi complet definite şi trebuie precizate în Specificaţiile de proiectare. Temperatura coincidentă a avalanşelor poate fi în marja de la –20ºC până la 10ºC.

Ipotezele de încărcare pot ajuta în reducerea riscului ruperii stâlpului: de exemplu, în cazul ruperii tuturor conductoarelor active şi de protecţie pe o parte a stâlpului, tensiunile conductoarelor active şi de protecţie pe cealaltă parte, trebuie să fie egale cu forţele lor de rupere.

Valorile presiunii căderii de zăpadă pe elementele de protecţie pot fi găsite în Specificaţiile de proiectare. Măsuri de protecţie trebuie luate faţă de clădirile apropiate, ca şi pentru structurile de pe partea opusă a văii care pot fi influenţate de avalanşe deviate sau zăpadă.

9.2.4 Cutremure

În timp ce încărcările datorate vântului sunt uzuale, factorul determinant pe stâlpii liniilor electrice aeriene, încărcările datorate seismelor care pot duce la forţe adiţionale pot fi aşteptate numai în zone seismice foarte active. Aceste consideraţii pot include perioada naturală de vibraţii pe structură, factorul de rezonanţă pe structură (depinzând de condiţiile solului) şi de înălţimea, greutatea şi distribuţia masei pe structură.

În timp ce frecvenţa stâlpului este mai mare decât cea a conductoarelor, forţele dinamice din conductoare sunt evident nesemnificative. Vice versa, nu trebuie aşteptate efecte importante de la stâlp la conductoare.

Accelerarea pământului datorită cutremurelor poate influenţa proiectarea de fundaţii rigide şi grele pentru stâlpi. Efectele pe echipamente (cleme şi armături, izolatoare, etc.) datorită cutremurelor nu sunt considerate în această anexă.

ANEXA 2 - Date statistice pentru distribuția Gumbel a extremelor

Date statistice pentru distribuţia Gumbel a extremelor (copie din Standardul românesc SR EN 50341-1: 2013)

10.1 Definiţia simbolurilor folosite în această anexă

Simbol Semnificaţie

C_1, C_2	Parametrii depinzând de lungimea seriilor măsurate
G	Probabilitate complementară sau riscul valorii extreme x_i depăşind valoarea aleasă x într-un an arbitrar
G_1	Distribuţia Gumbel cumulativă pentru extreme
i	Simbol care indică un an arbitrar intr-o serie
K	Factor dependent pentru o perioadă de întoarcere, T, numărul de ani, n, şi coeficientul de variaţie v
K_{conv}	Factor de conversie pentru diferite perioade de revenire
n	Număr de ani
v	Coeficient de variaţie
xi	Valoare extremă pentru o variabilă x într-un an arbitrar
$\bar{x}$	Valoarea medie a unei variabile x
zi	Constantă calculată pentru un an arbitrar, i, într-o serie de n ani
$\bar{z}$	Valoarea medie a lui zi şi egală cu C_2
σ_z	Valoarea standard a lui zi şi egală cu C_1
γ, α, μ, σ	Factori utilizaţi în calculul distribuţiei Gumbel

10.2 Distribuţia Gumbel

Cu toate că sunt mai multe funcţii care reprezintă distribuţii extreme, această anexă se referă la distribuţia Gumbel (Fisher - Tipett sau Gumbel, tip II).

Distribuţia cumulativă se poate scrie:

$$G_1(x) = e^{-e^{-y(x)}} \qquad (D.1)$$

care dă probabilitatea ca valoarea extremă, xi , pentru un an arbitrar este mai mică decât valoarea aleasă.

În această ecuaţie:

$$\gamma = \alpha(x - \mu) \qquad (D.2)$$

$$\alpha = \frac{C_1}{\sigma} \qquad (D.3)$$

$$\mu = \bar{x} - \frac{C_2}{\alpha} \qquad (D.4)$$

unde $\bar{x}$ este valoarea medie pentru n extreme anuale xi şi σ este deviaţia standard sau rădăcina pătrată a variabilei:

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i \quad \text{(D.5)}$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2 \quad \text{(D.6)}$$

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \quad \text{(D.7)}$$

Mai degrabă decât deviaţia standard însăşi, valoarea unitară v este mai utilă. Aceasta este, de asemenea, coeficient de variaţie.

C_1 şi C_2 din ecuaţiile (D.3) şi (D.4) sunt parametrii care depind de lungimea seriei măsurate, dată de n.

Acestea sunt date în tabelul 10.1.

Probabilitatea complementară sau riscul valorii extreme, x_i, depăşind valoarea aleasă x într-un an arbitrar este:

$$G(x) = 1 - G_1(x) \quad \text{(D.8)}$$

Perioada de întoarcere, T, este valoarea inversă a lui G(x), scrisă ca T(x) pentru a sublinia dependenţa sa de valoarea aleasă x:

$$T(x) = \frac{1}{G(x)} \quad \text{(D.9)}$$

Combinând ecuaţiile (D.1), (D.8) şi (D.9) rezultă:

$$\frac{1}{T(x)} = 1 - e^{-e^{-y}} \quad \text{(D.10)}$$

sau

$$y = -\ln(-\ln(1 - \frac{1}{T})) \quad \text{(D.11)}$$

Se observă că este o legătură unică între perioada de revenire, T, şi parametrul y independent de şi σ. Acesta se observă în Tabelul 10.2.

Tabelul 10.1 - Valorile parametrilor C1 şi C2

Lungimea seriei măsurate, n	Parametrii	
ani	C_1	C_2
10	0,949 6	0,495 2
11	0,967 6	0,499 6
12	0,983 3	0,503 5
13	0,997 1	0,507 0
14	1,009 5	0,510 0
15	1,020 6	0,512 8
16	1,030 6	0,515 4
17	1,039 7	0,517 7
18	1,048 1	0,519 8
19	1,055 7	0,521 7
20	1,062 8	0,523 6
21	1,069 4	0,525 2
22	1,075 5	0,526 8
23	1,081 2	0,528 2
24	1,086 5	0,529 6
25	1,091 4	0,530 9
26	1,096 1	0,532 1
27	1,100 5	0,533 2
28	1,104 7	0,534 3
29	1,108 6	0,535 3
30	1,112 4	0,536 2
35	1,128 5	0,540 3
40	1,141 3	0,543 6
45	1,151 8	0,546 3
50	1,160 7	0,548 5
55	1,168 2	0,550 4
60	1,174 7	0,552 1
65	1,180 3	0,553 5
70	1,185 4	0,554 8
75	1,189 8	0,555 9
80	1,193 8	0,556 9
85	1,197 4	0,557 8
90	1,200 7	0,558 6
95	1,203 7	0,559 3
100	1,206 5	0,560 0
250	1,242 9	0,568 8
500	1,258 8	0,572 4
750	1,265 2	0,573 8
1 000	1,268 5	0,574 5
10 000	1,280 3	0,576 8
∞	1,282 5	0,577 2

Tabel 10.2 – Valori corespunzătoare ale perioadei revenire, T, gradului de depăşire, G, şi parametrul y

Perioada de revenire T Ani	Riscul de depăşire G	Parametrul y
3	0,333 3	0,902 7
50	0,020 0	3,901 9
150	0,006 7	5,007 3
500	0,002 0	6,213 6

Ecuaţia (D.2) se poate scrie:

$$x = \mu + \frac{y}{\alpha} \tag{D.12}$$

şi folosind formulele (D.4) şi (D.3):

$$x = \bar{x} - \frac{\sigma}{C_1}(C_2 - y) \tag{D.13}$$

Observând ecuaţia (D.7) şi rearanjând-o, deoarece întotdeauna y > C_2:

$$x = \bar{x}(1 + v\frac{y - C_2}{C_1}) \tag{D.14}$$

Ecuaţia (D.14) se poate scrie:

$$x = K\bar{x} \tag{D.15}$$

unde K, o funcţie de v, T (y este dat de T) şi n (C1 şi C2 sunt daţi de n) este:

$$K(T, v, n) = 1 + v\frac{y - C_2}{C_1} \tag{D.16}$$

Tabelul 10.3 dă unele valori ale lui K pentru perioade de revenire T (în ani), perioade de măsurare n (în ani) şi coeficienţii de variaţie v care pot fi în practică.

Foarte des este necesar de convertit o cantitate climatică dată cu o perioadă de revenire de 50 ani la 3, 150 sau 500 ani. Acest factor de conversie poate fi calculat utilizând formula de mai sus. Acest factor este:

$$K_{conv}(T, v, n) = \frac{K(T, v, n)}{K(50, v, n)} \tag{D.17}$$

care este, de asemenea, o funcţie a perioadei de revenire, coeficientului de variaţie şi lungimea de măsurare a seriei n.

Tabelul 10.4 prezintă factorul de conversie de la extreme cu o perioadă de revenire de 50 ani până la extreme cu perioade de revenire de 3, 150 şi 500 ani, depinzând de valorile măsurate ale coeficientului de variaţie şi lungimii de măsurare a seriei.

10.3 Exemple de folosire a C1 şi C2

Un exemplu de folosire pentru C1 şi C2 poate fi util. Vitezele vântului au fost măsurate pentru o perioadă de 35 ani. Valoarea medie a extremelor anuale este 33 m/s şi coeficientul de variaţie v = 0,12. Dacă este aleasă perioada de întoarcere T = 50 ani, Tabelul 10.2 dă y = 3,901 9. În plus, Tabelul 10.1 dă C1 = 1,128 5 şi C2 = 0,540 3 pentru n = 35. Ecuaţia (D.14) dă viteza de proiectare a vântului:

$$x = 33(1 + 0{,}12\frac{3{,}9019 - 0{,}5403}{1{,}1285}) = 44{,}8 \text{ (m/s)}$$

Aşa-numita distribuţie Gumbel ideală cu C_1 = 1,282 5 şi C_2= 0,577 2 (bazată pe o perioadă de măsurare infinită) va da:

$$x = 33(1 + 0{,}12\frac{3{,}9019 - 0{,}5772}{1{,}1285}) = 43{,}3 \text{ (m/s)}$$

Distribuţia mai realistă dă o valoare de proiectare mai mare cu 3,5% peste cea ideală.

10.4 Calculul lui C_1 şi C_2

Cu o perioadă de măsurare de n ani, valorile z pot fi calculate de la 1 la n:

$$z_i = -\ln(1 - \frac{i}{n+1}) \quad \text{(D.18)}$$

unde i are valori de la 1 la n. O valoare medie a lui z este:

$$\bar{z} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} z_i \quad \text{(D.19)}$$

Parametrul C_2 este egal cu această valoare medie:

$$C_2 = \bar{z} \quad \text{(D.20)}$$

Variaţia lui zi este:

$$\sigma_z^{\,2} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(z_i - \bar{z})^2 \quad \text{(D.21)}$$

unde σ_z este deviaţia standard a lui z_i. Parametrul C_1 este egal cu deviaţia standard:

$$C_1 = \sigma_z \quad \text{(D.22)}$$

Cu o rearanjare, variaţia se poate scrie:

$$\sigma_z^{\,2} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} z_i^{\,2} - \bar{z}^{\,2} \quad \text{(D.23)}$$

Aceasta face un calcul mai uşor, cu însumarea care se face înainte ca z să fie cunoscut. În exemplu se arată cum sunt calculaţi C_1 şi C_2 pentru n = 10.

Tabel 10.3 - Factori pentru calculul valorilor de proiectare bazate pe valori medii ale extremelor anuale

Perioada de revenire T	Perioada de măsurare n	Coeficientul de variație v										
ani	ani	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70
3	10	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,13	1,17	1,21	1,26	1,30
	15	1,04	1,05	1,05	1,06	1,07	1,08	1,11	1,15	1,19	1,23	1,27
	20	1,04	1,04	1,05	1,06	1,06	1,07	1,11	1,14	1,18	1,21	1,24
	25	1,03	1,04	1,05	1,05	1,06	1,07	1,10	1,14	1,17	1,20	1,23
	30	1,03	1,04	1,05	1,05	1,06	1,07	1,10	1,13	1,16	1,20	1,23
	35	1,03	1,04	1,04	1,05	1,06	1,06	1,10	1,13	1,16	1,19	1,22
	40	1,03	1,04	1,04	1,05	1,06	1,06	1,09	1,13	1,16	1,19	1,22
	∞	1,03	1,03	1,04	1,04	1,05	1,05	1,08	1,10	1,13	1,15	1,18
50	10	1,36	1,43	1,50	1,57	1,65	1,72	2,08	2,43	2,79	3,15	3,51
	15	1,33	1,40	1,46	1,53	1,60	1,66	2,00	2,33	2,66	2,99	3,32
	20	1,32	1,38	1,45	1,51	1,57	1,64	1,95	2,27	2,59	2,91	3,23
	25	1,31	1,37	1,43	1,49	1,56	1,62	1,93	2,24	2,54	2,85	3,16
	30	1,30	1,36	1,42	1,48	1,54	1,61	1,91	2,21	2,51	2,82	3,12
	35	1,30	1,36	1,42	1,48	1,54	1,60	1,89	2,19	2,49	2,79	3,09
	40	1,29	1,35	1,41	1,47	1,53	1,59	1,88	2,18	2,47	2,77	3,06
	∞	1,26	1,31	1,36	1,42	1,47	1,52	1,78	2,04	2,30	2,56	2,82
150	10	1,48	1,57	1,67	1,76	1,86	1,95	2,43	2,90	2,28	3,85	4,33
	15	1,44	1,53	1,62	1,70	1,79	1,88	2,32	2,76	3,20	3,64	4,08
	20	1,42	1,51	1,59	1,67	1,76	1,84	2,27	2,69	3,11	3,53	3,95
	25	1,41	1,49	1,57	1,66	1,74	1,82	2,23	2,64	3,05	3,46	3,87
	30	1,40	1,48	1,56	1,64	1,72	1,80	2,21	2,61	3,01	3,41	3,81
	35	1,40	1,48	1,55	1,63	1,71	1,79	2,19	2,58	2,98	3,38	3,77
	40	1,39	1,47	1,55	1,63	1,70	1,78	2,17	2,56	2,96	3,35	3,74
	∞	1,35	1,42	1,48	1,55	1,62	1,69	2,04	2,38	2,73	3,08	3,42
500	10	1,60	1,72	1,84	1,96	2,08	2,20	2,81	3,41	4,01	4,61	5,22
	15	1,56	1,67	1,78	1,89	2,01	2,12	2,68	3,23	3,79	4,35	4,91
	20	1,54	1,64	1,75	1,86	1,96	2,07	2,61	3,14	3,68	4,21	4,75
	25	1,52	1,62	1,73	1,83	1,94	2,04	2,56	3,08	3,60	4,12	4,64
	30	1,51	1,61	1,71	1,82	1,92	2,02	2,53	3,04	3,55	4,06	4,57
	35	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,01	2,51	3,01	3,51	4,02	4,52
	40	1,50	1,60	1,70	1,79	1,89	1,99	2,49	2,99	3,48	3,98	4,48
	∞	1,44	1,53	1,62	1,70	1,79	1,88	2,32	2,76	3,20	3,64	4,08

ANEXA 3 - Metodă teoretică pentru calculul distanțelor electrice minime

Metodă teoretică pentru calculul distanțelor electrice minime (copie din Standardul românesc SR EN 50341-1: 2013)

11.1. Definirea simbolurilor folosite în această anexă

NOTĂ Această anexă nu este aplicabilă liniilor cu tensiunea nominală până la 45 kV inclusiv.

Simbol	Semnificaţie
Del	Distanţa electrică minimă necesară pentru a preveni o descărcare disruptivă dintre conductoare şi obiecte legate la pământ în timpul supratensiunilor
Dpp	Distanţa electrică minimă necesară pentru a preveni o descărcare disruptivă dintre conductoarele active în timpul supratensiunilor
D50Hz_p_p	Distanţa electrică minimă necesară pentru a preveni o descărcare disruptivă la tensiunea de frecvenţă industrială dintre conductoarele active

D50Hz_p_e	Distanţa electrică minimă necesară pentru a preveni o descărcare disruptivă la tensiunea de frecvenţă industrială dintre conductoarele active şi obiecte legate la pământ
d	Distanţa electrică a intervalului de descărcare
dis	Distanţa electrică dintre extremităţile lanţului de izolatoare
Kcs	Factorul de coordonare statistică
K_g	Factorul de interval. Pentru fiecare tip de solicitare de tensiune, factorul de interval poate fi exprimat în termenii factorului de interval la impuls de comutaţie
Kg_ff	Factorul de interval la impuls atmosferic, exprimat în termenii factorului de interval la impuls de comutaţie Kg, Kg_ff = 0,74 + 0,26 Kg
Kg_ff_is	Factorul de interval la impuls atmosferic al lanţului de izolatoare
Kg_pf	Factorul de interval la tensiune de frecvenţă industrială exprimat în termenii factorului de interval la impuls de comutaţie Kg, Kg_pf = 1,35 Kg - 0,35 Kg^2
Kg_sf	Factorului de interval la impuls de comutaţie
K_z	Factorul de deviaţie
Kz_ff	Factorul de deviaţie al distribuţiei impulsului de comutaţie pentru frontul rapid al supratensiunilor
Kz_pf	Factorul de deviaţie al distribuţiei impulsului de comutaţie pentru tensiuni de frecvenţă industrială
Kz_sf	Factorul de deviaţie al distribuţiei impulsului de comutaţie pentru frontul lent al supratensiunilor
k_a	Factorul atmosferic
N	Numărul deviaţiilor standard corespunzătoare lui Urw
U2 %_sf	2% supratensiuni cu front lent
Ue2 %_sf	2% supratensiuni cu front lent fază-pământ
Up2 %_sf	2% supratensiuni cu front lent fază-fază

$U_{100\ \%}$	100 % tensiune de ţinere a intervalului de descărcare
$U_{50\ \%}$	50% tensiune de ţinere a intervalului de descărcare
U_{50rp_sf}	50% tensiune de ţinere a intervalului de descărcare vârf-placă pentru supratensiuni cu front lent
U_{50rp_ff}	50% tensiune de ţinere a intervalului de descărcare vârf-placă pentru supratensiuni cu front rapid
U_{50rp_50Hz}	50% tensiune de ţinere a intervalului de descărcare vârf-placă pentru supra tensiuni de frecvenţă industrială
$U_{90\ \%}$	90 % tensiune de ţinere a intervalului de descărcare
$U_{90\ \%_ff_is}$	90 % tensiune de ţinere la impuls atmosferic a lanţurilor de izolatoare instalate pe linie
U_{cw}	Coordonarea tensiunii de ţinere
U_{rp}	Tip de supratensiune
U_{rw}	Tensiunea de ţinere impusă a intervalului de descărcare
U_s	Cea mai mare tensiune a sistemului
Z	Deviaţia standard
z	Coeficient de variaţie