

NORMATIV
PENTRU PROIECTAREA ȘI EXECUTAREA
REȚELELOR DE CABLURI ELECTRICE

NTE 007/08/00

Elaborator: S.C. Electrica S.A.

Executant: CI_SEE srl

Aprobat prin Ordinul nr. 38 din 20. 03. 2008 al președintelui ANRE

Înlocuiește: PE 107/95

București – 2008

Dr.ing. Cornel TOADER

Drd.ing. Laurențiu LIPAN

NORMATIV PENTRU PROIECTAREA ȘI EXECUTAREA REȚELELOR DE CABLURI ELECTRICE

CUPRINS

I. SCOP	6
II. DOMENIUL DE APLICARE	6
III. TERMINOLOGIE, CLASIFICARE ȘI ABREVIERI	7
IV. ACTE NORMATIVE DE REFERINȚĂ	19
V. REGULI PRIVIND REALIZAREA REȚELELOR DE CABLURI	20
VI. ALEGEREA ȘI VERIFICAREA CABLURILOR	25
VII. INSTALAREA CABLURILOR	35
VIII. AMENAJĂRI CONSTRUCTIVE ȘI INSTALAȚII ANEXE ÎN GOSPODĂRIILE DE CABLURI	55
IX. DOTAREA GOSPODĂRIILOR DE CABLURI CU MIJLOACE ȘI INSTALAȚII DE PREVENIRE ȘI STINGERE A INCENDIILOR	62
X. ACESORII PENTRU CABLURI. MARCAREA ȘI ÎNCERCAREA CABLURILOR	66
XI. MĂSURI PRIVIND PROTECȚIA MEDIULUI	67

ANEXE

Anexa 1.	Valori recomandate pentru sarcina admisibilă a cablurilor cu tensiuni nominale U_0/U până la 18/30kV	69
Anexa 2.	Căderi de tensiune. Relații de calcul. Tabele	100
Anexa 3.	Eforturi electrodinamice. Relații de calcul. Tabele	107
Anexa 4.	Diferențe de nivel maxim admisibile la pozarea cablurilor	109
Anexa 5.	Raze minime de curbură admisibile la pozarea și manevrarea cablurilor	110
Anexa 6.	Tragerea mecanizată a cablurilor. Metode de tragere, eforturi admisibile	111
Anexa 7.	Rezistența termică specifică a solului	116
Anexa 8.	Instalația fixă cu apă pulverizată pentru stingerea prin răcire a incendiilor în gospodăria de cabluri	117
Anexa 9.	Calculul ventilării încăperilor de cabluri	119
Anexa 10.	Lista obiectivelor din ramura energiei electrice și termice care au gospodăria importantă de cabluri	157

Anexa 11.	Simbolurile utilizate pentru denumirea unor materiale electroizolante.	
	Simbolurile utilizate pentru cabluri electrice	158
Anexa 12.	Ghid pentru alegerea cablurilor de înaltă tensiune	161
Anexa 13.	Date tehnice principale necesare întocmirii unei cereri de ofertă pentru cabluri electrice	168
Anexa 14.	Influența cablurilor de energie electrică asupra cablurilor de comandă, control și a cablurilor de telecomunicații	169
Anexa 15.	Exemple de calcul	183
Anexa 16.	Lista standardelor naționale, internaționale și prescripții conexe	199
BIBLIOGRAFIE		202

NORMATIV PENTRU PROIECTAREA ȘI EXECUTAREA REȚELELOR DE CABLURI ELECTRICE

I. SCOP

Art. 1. Normativul are drept scop stabilirea:

- a) condițiilor și principiilor de dimensionare și construire a liniilor subterane de energie electrică;
- b) modului de instalare a liniilor electrice subterane și delimitarea zonelor de protecție și de siguranță
- c) realizarea de amenajări constructive și instalații anexe în gospodăriile de cabluri.

II. DOMENIU DE APLICARE

Art. 2. Prezentul normativ se aplică la proiectarea și executarea liniilor electrice în cablu cu tensiuni până la 400 kV inclusiv, aparținând operatorilor economici din sectorul energiei electrice.

Art. 3. Prezentul normativ nu se aplică la:

- a) gospodăriile de cabluri din centralele nucleare-electrice, cu excepția părții clasice (părțile comune, stația de evacuare a puterii etc.);
- b) gospodăriile de cabluri ale instalațiilor miniere subterane;
- c) gospodăriile de cabluri din construcții și incinte încadrate în categoriile A și B de pericol de incendiu (numai în măsura în care contravin prescripțiilor specifice care reglementează proiectarea și execuția instalațiilor electrice în medii cu pericol de explozie);
- d) instalațiile de cabluri de pe mijloacele de transport terestre, aeriene și navale;
- e) instalații de telecomunicații, ceasoficare și radioficare;
- f) instalații electrice specifice exploatarea feroviare;
- g) galerii comune circulabile pentru rețelele edilitare;
- h) instalațiile care necesită cabluri mobile (poduri rulante, macarale mobile etc.).

Art. 4. Adaptarea liniilor electrice în cablu și a gospodăriilor de cabluri existente la prevederile acestui normativ se va face numai în măsura în care exploatarea lor prezintă pericole evidente de incendiu sau accidente de persoane (a se vedea Art. 82); orice adaptare la noile prevederi se va face din inițiativa unității de exploatare, pe baza unui studiu tehnico-economic.

Art. 5. (1) Aplicarea prezentului normativ se face cu respectarea prevederilor tuturor normelor din sectorul energiei electrice și/sau din legislația sectoarelor adiacente, referitoare la linii subterane și la încadrarea lor în mediul înconjurător.

(2) Cerințele din prezentul normativ sunt minimale.

Art.6. În normativ se folosesc următoarele moduri de indicare a gradului de obligativitate a prevederilor conținute:

- “trebuie”, “este necesar”, “urmează”: indică obligativitatea strictă a respectării prevederilor în cauză;
- “de regulă”: indică faptul că prevederea respectivă trebuie să fie aplicată în majoritatea cazurilor; nerespectarea unei astfel de prevederi trebuie să fie temeinic justificată în proiect;
- “se recomandă”: indică o rezolvare preferabilă, care trebuie să fie avută în vedere la soluționarea problemei; nerespectarea unei astfel de prevederi nu trebuie justificată în proiect;
- “se admite”: indică o soluție satisfăcătoare, care poate fi aplicată în cazuri particulare, fiind obligatorie justificarea ei în proiect.

III. TERMINOLOGIE, CLASIFICARE ȘI ABREVIERI

Art.7. În sensul prezentului normativ, termenii și expresiile utilizate se definesc în tabelul de mai jos.

Termen	Definiție
<i>Agresivitate a mediului</i>	Stare a mediului natural, impurificat sau nu cu substanțe, care, în condiții de exploatare, produce efectul de coroziune al metalului din care sunt realizate componentele LEC
<i>Apropiere a LEC de un obiect oarecare</i>	Situație de vecinătate în care LEC nu traversează obiectul respectiv
<i>Armătură</i>	Înveliș constituit din benzi metalice sau fire metalice destinate, de regulă, să protejeze cablul de efectele mecanice externe
<i>Armături de protecție</i>	Dispozitive cu rol de protejare a conductoarelor și a suprafețelor izolatoarelor contra atingerii directe cu arcul electric ce poate apare datorită unor supratensiuni, de reducere a perturbațiilor electromagnetice și de uniformizare a câmpului electric în lungul lanțului de izolatoare
<i>Aviz de amplasament</i>	Răspuns scris care se dă de către operatorul de rețea la cererea unui solicitant și care precizează poziția acestuia față de propunerea de amplasament a obiectivului solicitat
<i>Blindaj</i>	Benzi sau fire, de regulă metalice, aplicate peste o manta pentru a-i permite să suporte solicitări mecanice datorate în special presiunii interne
<i>Bloc de cabluri</i>	Elementul de construcție prevăzut cu canale interioare pentru pozarea în ele a cablurilor (de exemplu, blocuri din beton de tip „canalizări telefonice” cu 4 canale cilindrice, grupuri de tuburi din metal, beton, azbociment, material plastic etc.)
<i>Branșament electric</i>	Instalație de racordare la joasă tensiune

Termen		Definitie
Tipul constructiv al cablului	<i>Cablu (izolat)</i>	Ansamblu constituit din: - un conductor sau mai multe conductoare izolate; - învelișurile lor individuale (dacă există); - protecția ansamblului (dacă există); - învelișul (învelișurile) de protecție (dacă există).
	<i>Cablu cu un conductor (monoconductor)</i>	Cablu format dintr-un singur conductor izolat ¹⁾
	<i>Cablu multiconductor</i>	Cablu care conține mai mult de un conductor izolat ²⁾
	<i>Cablu cu centură</i>	Cablu multiconductor a cărui izolație este formată din două părți, una aplicată pe fiecare conductor și alta-pe ansamblul conductoarelor
	<i>Cablu cu câmp radial</i>	Cablu în care izolația fiecărui conductor este acoperită cu un ecran individual
	<i>Cablu cu câmp neradial</i>	Cablu cu mai multe conductoare fără ecran individual (de exemplu, cablu cu ecran colectiv)
	<i>Cablu cu ecran colectiv</i>	Cablu având un ecran de protecție dispus în jurul conductoarelor, concentric cu axa cablului
	<i>Cablu cu trei mantale din plumb</i>	Cablu trifazat la care fiecare conductor este acoperit peste izolație cu o manta din plumb sau aliaj de plumb
Mod de utilizare	<i>Cablu de energie</i>	Cablu de înaltă tensiune (110÷400kV), medie tensiune (6÷35kV) sau joasă tensiune (sub 1kV) folosit în circuitele primare ale instalațiilor de producere, transport, distribuție și utilizare a energiei electrice, în curent alternativ sau continuu
	<i>Cablu de circuite secundare</i>	Cablu folosit în instalațiile de comandă, măsură, semnalizare, blocaj, reglaj, protecție și automatizare, având tensiunea de serviciu mai mică de 400V. În această categorie sunt cuprinse și cabluri pentru teleprotecție, teleconducere, utilizate în instalațiile de telesemnalizare, telemăsură, telecomenzi și teleprotecție, având tensiunea de serviciu, de regulă, mai mică de 60V. În sensul prezentului normativ, în această categorie se includ și cablurile pentru racordarea unor receptoare deservite sau în directă legătură cu aceste instalații, dacă intensitatea curenților maximi de durată absorbiți nu depășește 10A, cum ar fi: - dispozitive de acționare ale aparatelor primare; - vane, ventile și clapele cu acționare electrică

Termen		Definitie
Comportare la foc	<i>Cablu fără întârziere la propagarea flăcării</i>	Cablu pentru care o epruvetă, luată din acesta și supusă un timp determinat acțiunii unei flăcări de inițiere, continuă să ardă, flacăra proprie propagându-se până la distrugerea epruvetei. Acest cablu nu corespunde condițiilor cerute de SR EN 60332-1-1:2005. Pentru cabluri cu conductoare subțiri, a căror secțiune este sub 0,5mm ² se va vedea SR EN 332-2-1:2005
	<i>Cablu cu întârziere la propagarea flăcării</i>	Cablu care, supus un timp determinat acțiunii unei flăcări de inițiere, continuă să ardă, flacăra proprie propagându-se pe o lungime determinată, după care se stinge. Acest cablu trebuie să corespundă condițiilor cerute de SR EN 60332-1-1:2005. Pentru cabluri cu conductoare subțiri a căror secțiune este sub 0,5mm ² se va vedea SR EN 332-2-1:2005
	<i>Cablu rezistent la foc</i>	Cablu care continuă să funcționeze normal în timpul și după un foc prelungit, presupunând că amplitudinea focului este suficientă pentru a distruge materialul organic al cablului în zona în care este aplicată flacăra. Acest cablu trebuie să corespundă condițiilor cerute de CEI 60331
Canal de cabluri		Construcția deschisă pentru cabluri acoperită cu plăci detașabile, destinată montării (luxurilor de cabluri, de regulă, fără spațiu de circulație în interiorul acesteia, prevăzută cu spațiu de montaj și exploatare
Categorie de comportare la foc a mănunchiurilor de cabluri		Există trei categorii de comportări la foc, în funcție de volumul de material combustibil pe metru de mănunchi de cablu: - categoria A corespunde unui volum de material combustibil de 7 litri pe metru; - categoria B corespunde unui volum de material combustibil de 3,5 litri pe metru; - categoria C corespunde unui volum de material combustibil de 1,5 litri pe metru. Măsurile de protecție la instalarea cablului în mănunchi se stabilesc în funcție de categoria de incendiu a mănunchiului de cabluri (A, B sau C). Încercarea pentru stabilirea categoriei privind comportarea la foc a cablurilor cu întârziere la propagarea flăcării în cazul

Termen	Definiție
	instalării acestora în mănunchi (grupe) pe același rastel, se efectuează conform SR EN 50266 .
<i>Categorie de pericol de incendiu a unei construcții de producție și depozitare</i>	Noțiune prin care se caracterizează riscul de incendiu al unei încăperi, compartiment sau construcție de producție și/sau depozitare, în funcție de proprietățile fizico-chimice ale materialelor prelucrate sau depozitate; se definesc cinci categorii de pericol de incendiu, de la A și B (risc foarte mare de incendiu) până la E (risc mic de incendiu)
<i>Cazuri excepționale sau obligate</i>	Acele cazuri în care, din considerente tehnico-economice, nu se pot aplica prevederile normativului și se admite o soluție satisfăcătoare, cu justificarea acesteia în proiect
<i>Cămin de cablu</i>	Construcție amenajată în cadrul rețelelor de cabluri pozate în pământ, destinată amplasării manșoanelor de legătură și a manșoanelor de derivație de pe cabluri
<i>Cămin de tragere</i>	Construcție deschisă (acoperită cu capac corespunzător) amplasată la anumite distanțe pe traseele de cabluri. în scopul ușurării tragerii cablurilor
<i>Coloana electrică</i>	Constituie legătura dintre echipamentul firidei și contorul abonatului
<i>Compresor</i>	Dispozitiv utilizat pentru a permite expansiunea uleiului sau a materialului de impregnare la extremitățile cablurilor
<i>Conductorul unui cablu</i>	Parte a unui cablu a cărei funcțiune este de a conduce curentul
<i>Conductor monofilar</i>	Conductor constituit dintr-un singur fir ³⁾
<i>Conductor multifilar (conductor funie)</i>	Conductor constituit dintr-un număr de fire care, în general, toate sau o parte dintre ele au o formă elicoidală ⁴⁾
<i>Conductor flexibil</i>	Conductor multifilar, constituit din fire suficient de subțiri și asamblate astfel, încât să poată fi utilizat într-un cablu flexibil
<i>Conductor profilat</i>	Conductor a cărui secțiune transversală este diferită de un cerc
<i>Conductor în formă de sector</i>	Conductor a cărui secțiune transversală se apropie de forma unui sector de cerc
<i>Conductor compactizat</i>	Conductor multifilar la care interstițiile dintre fire au fost reduse prin comprimare mecanică, trefilare sau printr-o alegere corespunzătoare a formei și a dispunerii firelor ⁵⁾
<i>Conductor ecran</i>	Conductor sau cablu cu un conductor, pozat paralel cu un cablu sau cu un fascicul de cabluri și care el însuși face parte dintr-un circuit închis în care pot circula curenți induși, al căror câmp magnetic se opune celui produs de curenții care circulă în cabluri
<i>Curent maxim admisibil de durată al</i>	Sarcina maximă pe care o poate suporta cablul, fără a se

Termen	Definiție
<i>cablurilor</i>	depăși temperatura maximă admisibilă de lucru, în regim de durată, la o anumită temperatură a mediului ambiant
<i>Distanță de protecție</i>	Distanța minimă care delimitează zona de protecție a capacității energetice, măsurată, în proiecție orizontală, de la limita sa exterioară, de o parte și de alta sau împrejurul acesteia
<i>Distanță de siguranță</i>	Distanța minimă care delimitează zona de siguranță a capacității energetice, măsurată în proiecție orizontală sau verticală între limita exterioară a acesteia și punctul cel mai apropiat al unei instalații sau construcții; distanța de siguranță cuprinde și distanța de protecție
<i>Ecranul unui cablu</i>	Este constituit din stratul conductor având funcția de a impune configurația câmpului electric în interiorul izolației. El poate permite, de asemenea, realizarea unei suprafețe netede la limita izolației și contribuie la eliminarea golurilor din acest loc
<i>Ecran pe conductor</i>	Ecran electric constituit din material metalic și/sau nemetalic (semiconductor) care acoperă conductorul
<i>Ecran pe învelișul izolant</i>	Ecran electric constituit din material nemetalic (semiconductor) și/sau metalic care acoperă învelișul izolant
<i>Ecranul de protecție (a unui cablu)</i>	Înveliș metalic dispus în jurii cablului și legat la pământ, în scopul menținerii câmpului electric în interiorul lui și/sau protejării cablului de influențele electrice externe ⁶⁾
<i>Estacadă de cabluri</i>	Construcția deschisă destinată pozării supraterrane a cablurilor. în cazul în care estacada se folosește și pentru susținerea de conducte tehnologice sau de utilități, ea se numește estacadă tehnologică sau estacadă comună.
<i>Firida (nișa) de branșament</i>	Reprezintă componenta branșamentului în care se realizează conexiunea între racordul electric și coloanele electrice și unde se montează echipamentele electrice de protecție la suprasarcină ale coloanelor electrice
<i>Flux de cabluri</i>	Grup de cabluri ⁷⁾ pozat în unul din următoarele moduri: - în același șanț, în cazul cablurilor montate în pământ; - pe același stelaj, estacadă, pardoseală, radier sau perete, în cazul cablurilor montate în aer liber
<i>Fluxuri separate de cabluri</i>	Reprezintă grupurile de cabluri pozate într-unul din moduri: - trasee amplasate distinct, de exemplu: în tuneluri sau canale separate, fluxuri pozate în pământ la distanțe între

Termen	Definiție
	ele de minimum 0,5m etc.; - fluxuri pe același traseu între care se realizează separări prin: pereți, tuburi de protecție etc. rezistente la foc pe o durată de minimum 1,5 ore; - fluxuri dispuse de o parte și de alta a spațiilor de circulație cu o lățime minimă de 1m, la construcțiile cu cabluri sau încăperi tehnologice; - fluxuri amplasate în puțuri de cabluri sau pe estacade de cabluri, dacă distanța dintre fluxuri este cel puțin 1m, respectiv 0,5m.
<i>Gospodărie de cabluri</i>	Este constituită din ansamblul rețelelor de cabluri, inclusiv elementele de montare, precum și instalațiile aferente de iluminat, ventilație, semnalizare și de stingere a incendiilor, care deservește un obiectiv industrial și care se compune din: <i>rețele interioare; rețele exterioare</i>
<i>Galerie edilitară</i>	Construcție subterană pentru amplasarea în comun a rețelelor tehnico-edilitare, energetice, telefonice, care permite circulația în lungul galeriei, în scopul montării și exploatării rețelelor electrice ⁸⁾
<i>Instalație de racordare</i>	Instalație electrică realitată între punctul de racordare la rețeaua electrică și punctul de delimitare dintre operatorul de rețea și utilizator
<i>Izolație a unui cablu</i>	Ansamblul de materiale izolante care fac parte dintr-un cablu, a căror funcțiune specifică este de a rezista la tensiune
<i>Izolație a unui conductor</i>	Izolație aplicată pe un conductor sau pe ecranul conductorului
<i>Izolație din bandă înfășurată</i>	Izolație constituită din benzi aplicate în elice în straturi concentrice
<i>Izolație de hârtie impregnată</i>	Izolație constituită din straturi de hârtie impregnată cu un material izolant (mase migratoare, nemigratoare, cu sau fără presiune de ulei sau de gaz etc.).
<i>Izolație extrudată</i>	Izolație care constă în general, dintr-un strat de material termoplastic sau reticulat și obținut prin extrudare
<i>Izolație minerală</i>	Izolație constituită dintr-o pudră minerală comprimată
<i>Încăpere închisă de cabluri</i>	Construcție închisă, specială pentru cabluri, cu înălțimea liberă de 1,8m și spații de circulație, întreținere și supraveghere (subsolurile, podurile, puțurile și tunelurile de cabluri); nu intră în această categorie canalele care sunt construcții deschise de cabluri, acoperite cu dale

Termen	Definitie
<i>Înveliș comun</i>	Înveliș nemetalic care acoperă ansamblul conductoarelor (și materialul de umplutură, dacă există) unui cablu multiconductor și peste care se aplică învelișul de protecție
<i>Jgheab de cabluri</i>	Construcție închisă destinată montării cablurilor de circuite secundare, realizată din materiale incombustibile, cu posibilități de acces la cabluri și cu ieșirile de cabluri protejate mecanic, eventual și etanșate (de exemplu împotriva pătrunderii prafului de cărbune)
<i>Manta</i>	Înveliș tubular continuu și uniform din material metalic sau nemetalic, aplicat, de regulă, prin extrudare
<i>Manta externă</i>	Manta nemetalică aplicată peste un înveliș constituind protecția externă a cablului
<i>Manșon de legătură</i>	Acesoriu care asigură legătura între două cabluri pentru a forma un circuit continuu
<i>Manșon mixt</i>	Accesoriu care asigură legătura între două cabluri care au tipuri diferite de izolație
<i>Manșon de derivație</i>	Accesoriu care asigură legarea unui cablu derivat la un cablu principal
<i>Manșon de stopare</i>	Manșon dotat cu un dispozitiv rezistent la presiune, care permite separarea fluidelor sau materialelor izolante a două cabluri
<i>Material(e) de umplutură</i>	Materialul(ele) utilizat(e) pentru umplerea intervalelor dintre conductoare într-un cablu multiconductor
<i>Mănunchi distinct de cabluri</i>	Mănunchi de cabluri care se află la o distanță de cel puțin 0,15m față de mănunchiurile (grupele) de cabluri învecinate.
<i>Nivel închis de cabluri</i>	Încăpere închisă de cabluri (ex: pod, subsol etc.) amplasată, de regulă, sub o cameră de comandă, respectiv sub o stație de conexiuni de tip interior ^{10, 11)}
<i>Nivel deschis de cabluri</i>	Spațiu circulabil de sub clădiri, amplasat la sol, liber pe cel puțin două laturi, destinate pozării aeriene a cablurilor
<i>Placă sau paravan de protecție</i>	Placă sau paravan care servește la protejarea termică, mecanică sau împotriva arcului electric al cablurilor. Atunci când plăcile nu se montează în pământ, ele trebuie să fie din materiale incombustibile
<i>Podest de cabluri (pod fals de cabluri)</i>	Construcție deschisă, acoperită cu plăci detașabile, destinată protejării cablurilor situate deasupra planșeului, astfel realizată încât să permită circulația deasupra construcției precum și întreținerea și supravegherea cablurilor și instalațiilor din încăpere

Termen		Definiție
<i>Puț de cabluri</i>		Încăpere (construcție) închisă destinată realizării fluxurilor verticale de cabluri
<i>Racord electric</i>		Instalație de racordare la medie și înaltă tensiune
<i>Rastel de cabluri</i>		Element de susținere a cablurilor pozate în același plan (orizontal, vertical sau oblic); un rastel de cabluri este constituit dintr-un șir de console metalice sau din alt material incombustibil și, după caz, echipat cu scărițe sau pat continuu pentru pozarea cablurilor, realizate din materiale incombustibile
<i>Rezervor de presiune</i>		Rezervor destinat să preia variațiile de volum ale uleiului care impregnează cablurile cu ulei fluid
<i>Rețea de cabluri</i>		Ansamblu de cabluri destinat transportului, distribuției și utilizării energiei electrice la consumatorii industriali, similari și publici
<i>Rețea electrică de transport</i>		Rețeau electrică prin care se vehiculează energie electrică la tensiuni de 220 ÷ 400 kV
<i>Rețele electrice de distribuție publică</i>		Rețele electrice de distribuție din localități, inclusiv cele de iluminat public
<i>Rețele electrice de distribuție ale consumatorilor industriali</i>		Rețele electrice care conectează receptoarele electrice din incinta consumatorilor industriali la stația de transformare sau la posturile de transformare proprii ale consumatorilor
<i>Rețele electrice interioare</i>		Rețele electrice amplasate în interiorul construcțiilor ¹¹⁾
<i>Rețele exterioare</i>		Rețele electrice amplasate în exteriorul construcțiilor ¹²⁾
<i>Separator</i>		Strat subțire de material utilizat ca barieră pentru evitarea interacțiunilor nocive între două componente ale unui cablu, de exemplu-între conductor și izolație sau între izolație și manta
<i>Separare transversală rezistentă la foc</i>		Construcție care servește la protecția împotriva propagării focului, filmului, gazelor și a apei, asigurând etanșarea trecerii cablurilor și a conductoarelor electrice prin elementele de construcție sau la segmentarea canalelor de cabluri
<i>Stelaj de cabluri</i>		Ansamblu constituit din mai multe rastele de cabluri suprapuse sau alăturate
<i>Caracteristici termice</i>	<i>Temperatură maximă a conductorului în regim permanent</i>	Valoarea maximă a temperaturii în conductor rezultată prin însumarea temperaturii mediului ambiant și a supratemperaturii datorată curentului de sarcină
	<i>Temperatură maximă a conductorului la scurtcircuit</i>	Temperatura cea mai ridicată a conductorului, ce se poate admite la sfârșitul unui scurtcircuit, având o durată de până la 5s inclusiv
<i>Tensiune maximă de serviciu</i>		Valoarea efectivă maximă a tensiunii între faze care poate să

Termen	Definitie
	apară în condiții normale de funcționare în orice punct al liniei, într-un moment oarecare
<i>Tensiune nominală</i>	Tensiunea pentru care a fost proiectat cablul și la care se referă caracteristicile de funcționare și de încercare ale cablurilor. Tensiunea nominală se exprimă prin valorile U_0/U, în care: - U_0 reprezintă tensiunea nominală (valoare efectivă) între un conductor și învelișul metalic al cablului sau pământ; - U reprezintă tensiunea nominală (valoare efectivă) între două conductoare (faze) ale cablului; - U_m reprezintă tensiunea cea mai ridicată (valoare efectivă) între două conductoare oarecare, pentru care a fost proiectat cablul. $U = U_0 \cdot \sqrt{3}$, în curent alternativ trifazat ¹⁴⁾ $U = 2 \cdot U_0$, în curent alternativ monofazat sau în curent continuu ¹⁴⁾
<i>Terminal de cablu</i>	Dispozitiv instalat la extremitatea unui cablu, pentru a asigura legătura electrică cu alte părți ale unei rețele și a menține izolația până la punctul de conectare
<i>Terminal etanș</i>	Terminal care asigură etanșeitatea la extremitatea unui cablu în raport cu mediul ambiant și menține, dacă este necesar, presiunea cablului
<i>Tub de protecție</i>	Elementul care servește la protejarea mecanică a cablurilor
<i>Tunel (galerie) de cabluri</i>	Construcție închisă pentru cabluri, de regulă subterană, destinată montării fluxurilor de cabluri și prevăzută cu spații de circulație pentru pozare, întreținere și supraveghere
<i>Zonă de protecție aferentă capacității energetice</i>	Zona adiacentă capacității energetice sau unor componente ale acesteia, extinsă în spațiu, în care se instituie restricții privind accesul persoanelor și regimul construcțiilor; această zonă se instituie pentru a proteja capacitatea energetică și pentru a asigura accesul personalului pentru exploatare și mentenanță
<i>Zonă de siguranță aferentă capacității energetice</i>	Zona adiacentă capacității energetice sau unor componente ale acesteia, extinsă în spațiu, în care se instituie restricții și interdicții, în scopul asigurării funcționării normale a capacității energetice și pentru evitarea punerii în pericol a persoanelor bunurilor și mediului din vecinătate; zona de siguranță cuprinde și zona de protecție

Termen	Definitie
<i>Zonă de siguranță comună</i>	Zona unde pot coexista mai multe obiective care nu împietează unul asupra celuilalt nici în ceea ce privește siguranța în funcționare și nici privitor la exploatarea și mentenanța acestora
<i>LEA</i>	Linie electrică aeriană
<i>LEC</i>	Linie electrică în cablu (subterană)
<i>LT_c</i>	Linie de telecomunicații
<i>PE</i>	Prescripție tehnică energetică
<i>U_n</i>	Tensiune nominală
<i>U_m</i>	Tensiune maximă de serviciu
<i>JT</i>	joasă tensiune
<i>MT</i>	medie tensiune
<i>PT</i>	post de transformare
<i>SEN</i>	Sistem Electroenergetic Național
<i>SR</i>	Standard Român
<i>CEI</i>	Comisia Electrotehnică Internațională
<i>NTE</i>	Normă Tehnică Energetică
<i>A.N.R.E.</i>	Autoritatea Națională de Reglementare în domeniul Energiei
<i>A.N.M.</i>	Administrația Națională de Meteorologie
<i>M.A.P.M.</i>	Ministerul Apelor și Protecției Mediului

- 1) *Termenul cablu monofilar este utilizat în special pentru a desemna cablul care constituie una din fazele unui sistem polifazat;*
- 2) *Termenul de cablu multiconductor este utilizat în special pentru a desemna cablul care constituie fazele unui sistem polifazat (de exemplu, cablu trifazat);*
- 3) *Conductorul monofilar poate fi circular sau profilat; conform SR CEI 60050-46 se înlocuiește „fir” cu „sârmă”*
- 4) *Conductorul multifilar poate fi circular sau profilat;*
- 5) *Termenul francezesc „âme en pavés” înseamnă un conductor compactizat de un tip particular cu o secțiune mare și compus dintr-un număr redus de profile mari;*
- 6) *Învelișurile metalice, armăturile și conductoarele concentrice legate la pământ pot servi de ca ecran de protecție*
- 7) *Se consideră flux mare de cabluri atunci când conține peste 20 de cabluri;*
- 8) *Galeria edilitară este compusă din:*
 - *corpul galeriei;*
 - *rețelele pozate în galerie (mobile);*
 - *construcții și instalații anexe de deservire: acces, iluminat, ventilare, epuizment;*
 - *În galeriile edilitare pot fi pozate teoretic toate tipurile de rețele subterane utilizate într-o localitate: apă, canalizare, gaze, energie termică, rețele electrice și de telecomunicații; în aceeași galerie se pot poza rețele de același tip cu funcțiuni diferite (artere sau conducte de serviciu*

pentru apă). Sunt numeroase exemple de galerii în care sunt pozate oricare din tipurile de rețele enumerate mai sus. Problemele tehnice care se pun se referă la:

- dotarea de care dispune galeria edilitară din punct de vedere al depistării pierderilor, asigurării temperaturilor, ventilării și posibilității de izolare termică a unor tronsoane;
 - siguranța pe care o prezintă rețelele pozate în galerie.
 - din punct de vedere al importanței și al măsurilor de protecție împotriva incendiilor, gospodăriile de cabluri pot fi: normale; importante sunt cele care, în caz de avarie, pot duce la pagube materiale însemnate sau pierderi de vieți omenești; în documentația de proiectare se vor nominaliza gospodăriile sau încăperile importante de cabluri la care se adoptă măsurile suplimentare de protecție împotriva incendiilor potrivit prevederilor de la Art. 77 ÷ 82 (anexa 9, obiective ce au gospodării sau încăperi importante de cabluri).
- 9) Dotarea corespunzătoare a galeriei este oportun ca rețelele de gaze și rețelele de canalizare de ape uzate să se pozeze independent sau galeria să fie compartimentată;
 - 10) Încăperile în care fluxurile de cabluri nu sunt separate pe toate părțile prin elemente de construcție de instalațiile tehnologice, inclusiv cele electrice, se consideră „încăperi sau subsoluri tehnologice” și nu se încadrează în categoria de „construcții speciale pentru cabluri”;
 - 11) Rețele interioare - realizate în interiorul construcțiilor amenajate special pentru cabluri (poduri, tuneluri, canale, subsoluri, puțuri sau galerii de cabluri) sau în încăperi tehnologice (hale, săli de mașini, săli de cazane etc.);
 - 12) Rețele exterioare - realizate în exteriorul construcțiilor și anume, pe estacade, pe pereții clădirilor, în pământ, fin șanțuri sau tuburi de protecție, în canale etc.
 - 13) În cuprinsul normativului, încăperile tehnologice au fost incluse uneori sub denumirea de „spațiu de producție sau tehnologic”, atunci când s-a făcut referire și la spații exterioare clădirilor din incintă;
 - 14) Egalitatea este determinată de caracteristicile constructive ale cablurilor.

IV. ACTE NORMATIVE DE REFERINȚĂ

Legea nr.13/2007	<i>Legea energiei electrice</i>
Legea 18/1998	<i>Legea fondului funciar</i>
Legea 213/1998	<i>Legea privind proprietatea publică și regimul juridic al acesteia</i>
Legea 137/2002	<i>Legea protecției mediului</i>
Legea 107/2004	<i>Legea Apelor</i>
Legea 26/1996	<i>Codul Silvic</i>
	<i>Aprobarea O.G. 22/1999 privind administrarea porturilor și a căilor</i>
Legea 528/2002	<i>navigabile și desfășurarea activităților de transport naval în porturi și pe căi navigabile</i>
Legea 333/2003	<i>Legea privind paza obiectivelor, bunurilor, valorilor și protecția persoanelor</i>
Legea 307/ 2006	<i>Legea privind apărarea împotriva incendiilor</i>
Ordonanța 43/ 1998	<i>Ordonanța privind regimul juridic al drumurilor</i>
	<i>Stabilirea procedurii-cadru de evaluare a impactului asupra mediului si</i>
H.G.R. nr.918/2002	<i>pentru aprobarea listei proiectelor publice sau private supuse acestei proceduri</i>
Decizia A.N.R.E.	<i>Norme tehnice privind delimitarea zonelor de protecție și de siguranță</i>
61/1999	<i>ale capacităților energetice.</i>
O.M.A.P.M. nr.	<i>Aprobarea Procedurii de evaluare a impactului asupra mediului si de emitere</i>
860/2002	<i>a acordului de mediu</i>
Ordin M.A.P.M. nr.	<i>Aprobarea ghidurilor metodologice aplicabile etapelor procedurii-cadru de</i>
863/2002	<i>evaluare a impactului asupra mediului</i>
O.M.T. 119/2003	<i>Stabilirea servituților aeronautice civile și a zonelor cu servituți aeronautice</i>
	<i>civile (RACR-SACZ)</i>
O.M.T. 494/ 2002	<i>Regulamentul de navigație pe sectorul românesc al Dunării</i>
	<i>Norme tehnice privind proiectarea și amplasarea construcțiilor, instalațiilor</i>
O.M.T. nr. 571/ 1997	<i>și panourilor publicitare în zona drumurilor, pe poduri, pasaje, viaducte și</i>
	<i>tuneluri rutiere</i>
O.M.M.S.S. 508/2002	<i>Norme generale de protecția muncii</i>
M.S.F. 933/2002	
Ordinul M.M.S.S.	<i>Norme specifice de protecția muncii pentru transportul și distribuția energiei</i>
nr. 275/ 2002	<i>electrice</i>
Ordinul M.E.C.	<i>Aprobarea Normelor tehnice pentru proiectarea, executarea și exploatarea</i>
nr. 58/ 2004	<i>sistemelor de alimentare a cu gaze naturale I 6</i>
Ordinul M.T.C.T. nr.	<i>Aprobarea Normativului pentru proiectarea, executarea verificarea și</i>
176/ 2005	<i>exploatarea instalațiilor electrice în zone cu pericol de explozie NP 099-04</i>
Ordinul ANRE nr.	<i>Regulament privind stabilirea soluțiilor de racordare a utilizatorilor la</i>
45/2006	<i>rețelele electrice de interes public</i>
Decizia ANRE nr.	
101/2000	<i>Codul Tehnic al Rețelelor Electrice de Distribuție</i>

Ordinul ANRE nr.**20/2004, completat cu** *Codul Tehnic al Rețelelor Electrice de Transport***Ordinul 35/2004****Ordinul ANRE nr. 4/** *Norma tehnică privind delimitarea zonelor de protecție și de siguranță***2007***aferente capacităților energetice, cu modificări***NTE 001/03/00***Normativ privind alegerea izolației, coordonarea izolației și protecția instalațiilor electroenergetice împotriva supratensiunilor***NTE 002/03/00***Normativ de încercări și măsurători pentru sistemele de protecții, comanda-control și automatizări din partea electrică a centralelor și stațiilor***NTE 003/04/00***Normativ pentru construcția liniilor aeriene de energie electrică cu tensiuni peste 1000V***NTE 005/06 /00***Normativ privind metodele și elementele de calcul al siguranței în funcționare a instalațiilor energetice***NTE 006/06/00***Normativ privind metodologia de calcul al curenților de scurtcircuit în rețelele electrice cu tensiunea sub 1kV***V. REGULI PRIVIND REALIZAREA REȚELELOR DE CABLURI****V.1. Prevederi generale**

Art.8. Traseele de cabluri trebuie alese în așa fel încât să se realizeze legăturile cele mai scurte, în concordanță cu organizarea întregii gospodării sau rețele de cabluri și cu extinderile previzibile, să se evite pe cât posibil zonele cu pericol de incendiu sau zonele în care integritatea cablului este periclitată prin deteriorări mecanice, prin agenți corosivi, pozare în apă, vibrații, supraîncălzire sau prin arc electric provocat de alte cabluri.

Totodată, se va asigura accesul la cabluri pentru lucrări de montaj, mentenanță, și pentru intervenții în caz de incendiu.

Art.9. Pentru dimensionarea rațională a instalațiilor de racordare și de distribuție a energiei electrice prin cabluri, puterea cerută de consumatori se determină pe bază de calcul, ținând seama de perspectiva de dezvoltare a consumului pentru următorii 3 - 10 ani.

Art.10. Soluțiile de racordare a consumatorilor se determină în conformitate cu prevederile Regulamentului privind stabilirea soluțiilor de racordare a utilizatorilor la rețelele electrice de interes public, aprobat prin Ordinul 45/2006 al ANRE, ale Normativului pentru proiectarea și executarea instalațiilor de conexiuni și distribuție cu tensiuni până la 1000 V c.a. în unitățile energetice – PE 102 și ale Normativului pentru proiectarea instalațiilor electrice de servicii proprii de curent alternativ ale centralelor termoelectrice și de termoficare – PE 113.

Art.11. Pentru reducerea consumului de cabluri la tensiunea de distribuție și utilizare, se promovează soluții de racordare cu pătrunderea tensiunii înalte și cu amplasarea stațiilor, posturilor de transformare și a tablourilor de distribuție cât mai aproape de centrul de consum, pe baza unor calcule de optimizare.

Art.12. Instalațiile definitive pentru racordarea viitorilor consumatori vor fi folosite cât mai mult de către constructor, încă de la deschiderea șantierelor. Instalațiile electrice pentru organizarea șantierelor vor putea fi alimentate din rețelele definitive de cabluri, în condițiile prevăzute de Normativul pentru proiectarea și executarea instalațiilor electrice cu tensiuni până la 1000 V c.a. și 1500 V c.c. - I 7.

Art.13. Determinarea secțiunii cablurilor de toate categoriile se face pe baza cunoașterii cât mai precise a puterii absorbite de consumatori și a determinării cât mai exacte a coeficienților de cerere și de simultaneitate.

V.2. Instalații de racordare a consumatorilor industriali și similari

Art.14. Instalațiile de racordare a consumatorilor industriali și similari se realizează, de regulă, cu LEA.

Se admite realizarea acestor instalații de racordare cu LEC, cu justificare tehnico-economică, în situațiile:

- a) rețele de racordare pentru transportul unor puteri care depășesc capacitatea de transport a unei linii aeriene sau a căror realizare conduce la creșterea suprafețelor de teren necesare obiectivului proiectat;
- b) rețele amplasate în zone aglomerate, în care traseul aerian ar împiedica circulația, desfășurarea normală a activităților sau ar prezenta pericol pentru personal;
- c) rețele amplasate în zone de influență ale unor instalații de transporturi (căi ferate electrificate, aeroporturi) sau de telecomunicații (antenele stațiilor de radio, televiziune etc.);
- d) rețele amplasate în zone cu pericol de explozie;
- e) rețele amplasate în zona cu atmosferă corosivă sau cu depuneri periculoase pentru materialele folosite la LEA;
- f) rețele cu lungimea traseului mai mică de 50m;
- g) rețele pentru racordarea unor receptori ai instalațiilor de stingere a incendiilor în cazurile prevăzute de normativele în vigoare.

În cazurile de mai sus, rețeaua de distribuție se va realiza, de regulă, prin pozarea totală sau parțială a cablurilor direct în pământ, conform soluțiilor de instalare prevăzute la Art. 59.

V.3. Rețele de distribuție în incinta obiectivelor

Art.15. În incintele obiectivelor, inclusiv în incintele centralelor electrice, rețelele de distribuție se realizează pe baza principiilor arătate la Art. 14.

În cazurile în care rezultă ca necesară realizarea rețelelor de distribuție în cablu, acestea se instalează, de regulă, direct în pământ (a se vedea Art. 15) sau aerian, folosind drept suporturi de susținere clădiri sau elemente de construcții aferente instalațiilor tehnologice și care urmează a fi verificate pentru

noile condiții (a se vedea Art. 58).

La compararea soluțiilor în vederea stabilirii variantei optime, se ține seama de posibilitățile de realizare a soluțiilor (natura solului, suprafețele de teren disponibile, construcțiile de susținere necesare), precum și de lungimea traseelor și secțiunilor necesare în funcție de modul de pozare. În cazul în care instalarea cablurilor pe elementele de construcții cu altă destinație nu este posibilă sau conduce la lungirea traseelor, se pot avea în vedere soluții cu estacade speciale pentru cabluri (de construcție ușoară și, de preferință, din elemente prefabricate), niveluri deschise de cabluri sau alte soluții de pozare aeriană (suspendare pe cabluri de tracțiune etc.).

Art.16. În cazuri justificate tehnico-economic se admite construirea de canale și galerii pentru cabluri, soluția urmând a se realiza cu respectarea prevederilor Art. 57 și 67.

Art.17. Pe porțiuni scurte, când există pericole de deteriorări mecanice (de exemplu, subtraversări de căi de circulație etc.), cablurile se pozează în tuburi sau blocuri de protecție, conform soluțiilor de instalare prevăzute la Art. 61, 62.

Art.18. În spațiile electrice de exterior cablurile se vor poza direct în pământ; se pot avea în vedere și următoarele soluții:

- a) pozarea în canale de cabluri prefabricate fără rastele (în cazul fluxurilor mari de cabluri de circuite secundare);
- b) pozarea în canale de cabluri cu rastele (în cazul fluxurilor mari de cabluri de energie și de circuite secundare);
- c) pozarea combinată, în pământ – pentru cablurile de energie, în canale prefabricate fără rastele-pentru cablurile de circuite secundare etc.

V.4. Rețele de distribuție publică

Art.19. Soluțiile de realizare a rețelilor de distribuție publică în localități (aerian - cu conductoare neizolate, izolate sau torsadate, sau subteran - în cablu) se stabilesc în funcție de soluția urbanistică a localității, densitatea de consum, soluțiile adoptate pentru celelalte utilități etc.

În cazurile în care rezultă ca necesară aplicarea soluției de realizare a rețelei electrice de distribuție în cabluri subterane, acestea se pozează direct în pământ (conform soluțiilor prevăzute la Art. 59, Art. 60), în tuburi și blocuri de cabluri (în cazurile și în condițiile prevăzute la Art. 62) sau în galerii edilitare comune cu alte utilități, atunci când în zona respectivă se adoptă astfel de soluții (conform normativelor privind galeriile edilitare comune).

V.4. Rețele interioare

V.4.1. Rețele de cabluri în spații de producție

Art.20. Rețelele de cabluri în spațiile (încăperile) tehnologice se realizează, de regulă, aerian, folosind pentru susțineri elemente de construcție ale halelor, platformelor și construcțiile aferente utilajelor tehnologice etc., conform soluțiilor indicate la Art. 57.

Se vor evita, pe cât posibil, fluxuri cu un număr mare de cabluri, realizându-se aceste grupuri de cabluri în fluxuri paralele, separate prin plăci de protecție sau distanțate între ele.

În cazuri deosebite, în care specificul echipamentului sau liniei tehnologice impune pozarea fluxurilor mari de cabluri în canale sau tuneluri, sau în cazul unor extinderi în instalații existente care obligă la folosirea canalelor sau galeriilor de cabluri, soluția va fi justificată tehnico-economic.

V.4.2. Rețele de cabluri în spații de producție electrică

Art.21. Pentru realizarea rețelor de cabluri aferente instalațiilor electrice amplasate în spații de producție electrică (de exemplu: stații electrice interioare, camere de comandă etc.) se examinează cel puțin următoarele soluții:

- a) pozarea cablurilor în podețe de cabluri
- b) pozarea cablurilor în canale vizitabile.

Se evită realizarea unor construcții speciale pentru cabluri electrice deasupra încăperilor aferente instalațiilor electrice.

La instalații electrice interioare și la camere de comandă cu un volum mare de instalații și, respectiv, de cabluri de conexiuni, în cazurile în care la urma analizei rezultă că nu pot fi evitate subsoluri sau poduri de cabluri, acestea vor fi limitate ca volum construit la strictul necesar asigurării condițiilor prevăzute de prezentul normativ (a se vedea Art. 57).

V.5. Reguli privitoare la realizarea brânșamentelor electrice

Art.22. Prevederile prezentului normativ se aplică și la proiectarea brânșamentelor electrice subterane de joasă tensiune destinate alimentării cu energie electrică a consumatorilor care solicită puteri electrice mici (până la 50 kW) pentru instalațiile de utilizare.

Părțile principale ale brânșamentului electric subteran sunt: brânșamentul propriu-zis (cablul); firida (nișa) de brânșament; coloana electrică.

Brânșamentele subterane se pot racorda direct din cablul principal de alimentare, cu ajutorul unui manșon de derivație, dintr-o firidă (cazul blocurilor de locuințe sau al imobilelor cu mai multe apartamente), sau dintr-o rețea aeriană pentru alimentarea unor consumatori la care nu se pot realiza brânșamente aeriene.

Utilizarea brânșamentelor subterane se impune în special în zone urbane clădite și sistematizate, unde rețeaua aeriană și respectiv brânșamentele aeriene nu sunt indicate.

Principalele condiții tehnice care trebuie avute în vedere la proiectarea brânșamentelor electrice subterane sunt următoarele:

- a) traseul cablurilor se alege, de regulă, astfel încât să se realizeze legătura cea mai scurtă, în concordanță cu rețeaua existentă de cabluri; totodată se are în vedere asigurarea accesului la cabluri pentru lucrări ulterioare de reparații și eventualele înlocuiri de cabluri;
- b) razele de curbură ale cablurilor trebuie să aibă valorile minime exprimate prin diametrul exterior al cablului;
- c) la pozarea cablurilor pentru branșamente alături de alte cabluri electrice trebuie să fie respectate distanțele prescrise de reglementările în vigoare;
- d) la pozarea cablurilor în paralel cu conducte subterane electrice trebuie să fie respectate distanțele minime în plan orizontal;
- e) la intrarea în clădiri se poate reduce adâncimea de pozare, pe porțiuni scurte (sub 5m).
- f) la subtraversarea drumurilor și la intrarea în clădiri, cablurile vor fi protejate în tuburi de PVC; tuburile trebuie să aibă un diametru interior egal $1,5 \times$ diametrul exterior al cablului.
- g) la pozarea cablurilor în apropiere de clădiri, pomi, șine de tramvai, se vor respecta distanțele minime indicate în reglementările în vigoare.
- h) subtraversarea străzilor din localități se va efectua prin montarea cablului de branșament într-un tub de protecție din PVC, a cărei lungime va depăși cu 1m limita bordurii;
- i) la intersecția unui cablu de branșament cu rețelele de cabluri, se va avea în vedere păstrarea unei distanțe de protecție pe verticală. De regulă, cablul de branșament va supratraversa cablul cât tensiune mai mare, cu condiția menținerii adâncimilor de pozare.
- j) intersecția cablurilor de branșament cu rețeaua de conducte subterane se realizează prin respectarea următoarelor distanțe pe verticală:
 - $h = 250$ mm față de conducte de apă și canalizare;
 - $h = 500$ mm față de conducte cu fluide combustibile și conducte de termoficare.

Distanța de protecție se poate reduce la 25 mm cu următoarele condiții:

- protejarea cablului în zona intersecției și câte 500mm de o parte și de alta a acesteia, în cazul conductelor cu fluide combustibile;
- întărirea izolației termice la conductele de termoficare în zona intersecției piua câte 1m de o parte și de alta a acesteia.

La intersecția cu conducte pozate la adâncimi mai mari de 1 m, cablul de branșament va supratraversa conductele.

- k) la pozarea cablurilor de branșament pe stâlpii rețelelor electrice aeriene, se va prevedea introducerea cablurilor în tub de protecție pe o porțiune de 2m deasupra solului pentru protecția împotriva deteriorărilor mecanice; tubul de protecție poate fi din PVC sau metalic.

VI. ALEGEREA ȘI VERIFICAREA CABLURILOR

VI.1 Condiții generale

Art.23. Alegerea și verificarea cablurilor electrice se face pe baza unor analize tehnico-economice, ținând seama de datele de mai jos. Anexa 12 conține un ghid pentru alegerea cablurilor de înaltă tensiune, elaborat pe baza **SR CEI 60183 +A1:1999**.

Art.24. Pentru alimentarea receptoarelor se au în vedere următoarele date:

- a) natura curentului (curent continuu, curent alternativ - monofazat, bifazat sau trifazat);
- b) tensiunea nominală U a rețelei (valoarea efectivă a tensiunii între faze, în curent alternativ trifazat);
- c) tensiunea nominală U_0 între fiecare conductor și pământ;
- d) tensiunea maximă de serviciu, U_m a rețelei (valoarea efectivă maximă a tensiunii între faze care poate să apară în condiții normale de funcționare în orice punct al liniei, într-un moment oarecare);
 U_m reprezintă valoarea eficace cea mai ridicată a tensiunii (între faze, în cazul curentului alternativ trifazat) care apare în condițiile normale de exploatare, în orice moment și în orice punct al rețelei; ea exclude variațiile tranzitorii de tensiune (cum sunt cele provocate prin manevre în rețea) și variațiile temporare de tensiune datorită condițiilor de funcționare anormale a rețelei (cum sunt cele provocate de defect sau la conectarea bruscă de sarcini importante);
- e) modul de tratare a neutrului rețelei;
- f) supratensiuni;
- g) puterea transportată și regimul de sarcină (regim permanent, regim ciclic, suprasarcină);
- h) factorul de putere;
- i) căderea de tensiune admisă la receptoare;
- j) verificarea la scurtcircuit;
- k) secțiunea economică;
- l) categoria consumatorilor.

Art.25. Pentru instalarea cablurilor se au în vedere următoarele elemente:

- a) modul de pozare (în aer liber - expus sau nu radiației directe solare, în pământ, în șanțuri, în canale, în tuburi etc.);
- b) caracteristicile termice ale mediului (temperatura mediului ambiant, temperatura solului la adâncimea de pozare, rezistența termică specifică a solului etc.);
- c) apropieri de alte cabluri sau surse de căldură (numărul de cabluri, puterea transportată, amplasarea în spațiu față de sursele respective etc.);
- d) agresivitatea mediului (natura solului, pozarea sub apă, contactul cu produse chimice, coroziunea electrochimică);
- e) pericole de incendiu sau explozie;
- f) alte condiții (trasee verticale sau cu denivelări importante, subtraversări de căi de circulație, eforturi mecanice).

Art.26. Datele caracteristice privind cablurile și accesoriile sunt:

- a) tipul cablului (armat sau nearmat, ecranat sau neecranat, cu câmp radial sau nu etc.)
- b) numărul de conductoare
- c) natura materialului conductor (aluminiu, cupru)
- d) natura materialului izolant (PVC, PE, XLPE etc.)
- e) comportarea la foc
- f) tipul terminalelor (de exterior, de interior, natura materialului de umplere, risc de poluare atmosferică etc.)
- g) lungimea totală a cablului
- h) manșoane de legătură, derivație sau de stopare (loc de instalare, protecții mecanice, chimice etc.)
- i) condiții de legare la pământ (asigurarea continuității, legarea la pământ a armăturilor, modul de legare la pământ a ecranelor etc.).

VI.2 Condiții electrice

VI.2.1. Nivelul de izolație

Art.27. Nivelul de izolație a cablurilor este caracterizat de valorile tensiunilor nominale ale cablurilor (U_0 și U) și de valorile rigidității dielectrice.

(1) Tensiunile nominale ale cablurilor se aleg în funcție de tensiunea nominală și tensiunea cea mai ridicată a rețelei, conform Tabelului 1.

În cazul cablurilor de energie, valorile indicate în tabel sunt valabile pentru rețele care, în caz de defect la pământ, sunt deconectate automat. Se admite justificat deconectarea manuală și funcționarea cu o fază la pământ un timp scurt, strict necesar identificării circuitului defect, fiind cunoscut faptul că funcționarea cu o punere la pământ reduce durata de viață a cablului.

Tabelul 1. Tensiuni nominale ale cablurilor.

Tensiunea rețelei (între faze)		Tensiunea nominală a cablului, U_0 / U (kV)
nominală (kV)	cea mai ridicată (kV)	
≤ 1	$\leq 1,2$	$\leq 0,6/1$
6	7,2	3,6/6
10	12	6/10
20	24	12/20
30	36	18/30
110	123	64/110
220	245	127/220
400	420	231/400

NOTĂ: Pentru cabluri de circuite secundare funcționând la tensiuni nominale sub 60V (cu excepția celor ale secundarelor transformatoarelor de măsură) și care nu sunt supuse influențelor instalațiilor de energie, pot fi folosite cabluri cu tensiuni nominale mai mici decât cele din tabelul 1 (coloana 1) în condițiile în care tensiunea minimă de încercare este 500V, 50Hz, 1 min.

(2) Rigiditatea dielectrică a cablurilor caracterizează nivelul de izolație la supratensiuni și are valorile indicate în standardele și normele interne de produs, în funcție de tensiunea cea mai ridicată a rețelei.

Pentru cablurile de energie cu tensiuni nominale mai mari de 1 kV, verificarea nivelului de ținere a izolației se face conform **SR EN 60071** (standard pe părți) și Normativului pentru alegerea izolației, coordonarea izolației și protecția instalațiilor electroenergetice împotriva supratensiunilor - NTE 001/03/00.

Rigiditatea dielectrică a cablurilor de circuite secundare supuse influenței instalațiilor de energie, se verifică la supratensiunile induse prin cuplaj de la aceste instalații, conform STAS 832.

VI.2.2. Alegerea materialului conductoarelor

Art.28. (1) Cablurile de energie se prevăd cu conductoare de aluminiu sau cupru; în mod special se prevăd conductoare din cupru în următoarele situații:

- la circuitele care alimentează receptoarele de importanță deosebită (de exemplu: instalații de prevenire și stingere a incendiilor, consumatorii de siguranță, cum ar fi circuitele vitale de curent alternativ din centralele electrice sau receptoarele de curent continuu cu funcție de protecție tehnologică, absorbind curenți de durată mai mari de 10A etc.), atunci când secțiunea conductoarelor (din aluminiu) ar rezulta mai mică de 10mm²;
- la circuitele care alimentează receptoarele în medii cu pericol de explozie, în cazurile indicate în prescripțiile de proiectare specifice acestor medii;

- c) la încăperi sau spații exterioare cu mediu corosiv, în cazurile în care stabilitatea chimică a aluminiului nu este corespunzătoare și numai dacă instalațiile nu pot fi realizate în execuție etanșă la agenții corosivi respectivi;
 - d) în instalațiile de protecție prin legare la pământ sau la nul, în cazurile menționate în standardele specifice acestor instalații.
- (2) Cablurile circuitelor secundare se prevăd, de regulă, cu conductoare din cupru, cu următoarele excepții, când se prevăd cu conductoare din aluminiu:
- a) la circuitele de alimentare cu curent operativ a tablourilor de circuite scundare, atunci când secțiunea conductoarelor (din aluminiu) rezultă egală sau mai mare de 10mm²;
 - b) la circuitele unor receptoare electrice (de exemplu: vane, ventile, clapete etc.) prevăzute numai cu comandă locală și care nu fac parte din sistemul de automatizare a instalației respective sau din instalațiile de prevenire și stingere a incendiilor.
- NOTĂ.** Contactele legăturilor demontabile ale cablurilor cu conductoare din aluminiu la echipamente electrice (mașini, aparate, șir de cleme) se realizează prin presare, cu ajutorul pieselor elastice care asigură; păstrarea în timp a presiunii de contact (șaipe elastice, șir de cleme cu arc etc.).
- (3) Cablurile de circuite secundare utilizate pentru teleprotecție, teleconducere, se prevăd cu conductoare din cupru sau cu fibră optică.

VI.2.3. Alegerea și verificarea secțiunii conductoarelor

Art.29. Secțiunea conductoarelor active ale unui cablu se determină ca cea mai mare secțiune (tehnică sau economică) rezultată în urma efectuării calculelor de dimensionare și verificare a următoarelor criterii: curentul maxim de durată, solicitarea termică la scurtcircuit, căderea de tensiune, secțiunea economică.

1. Alegerea secțiunii tehnice (s_t) în funcție de curentul maxim de durată se face în conformitate cu indicațiile fabricantului de cabluri, în funcție de materialul conductorului și al izolației, regimul de sarcină, modul de pozare, condițiile de răcire etc.

La cablurile cu tensiuni nominale U_0/U până la 18/30kV, în situațiile în care nu se dispune de prescripțiile furnizorului de cabluri, se pot utiliza indicațiile din Anexa 1. Se menționează că Anexa 1 a fost elaborată pe baza standardului german DIN 57298 Teil 2/VDE 0298 Teil 2/11.79.

2. Secțiunea tehnică (s_t) a conductoarelor cablurilor se verifică la solicitări termice datorate curenților de scurtcircuit, potrivit prevederilor instrucțiunilor PE 103.

3. Secțiunea tehnică (s_t) a conductoarelor cablurilor se verifică la căderea de tensiune de la punctul de racord și până la ultimul receptor. Relațiile de calcul pentru determinarea căderilor de tensiune sunt indicate în Anexa 2.

Căderea de tensiune în raport cu tensiunea nominală de utilizare nu trebuie să depășească valorile maxime admise de receptoare în punctele de delimitare; valoarea tensiunii în 95 % din săptămână nu trebuie să aibă o abatere mai mare de ± 10 % din tensiunea contractată de consumator.

La dimensionarea circuitelor pentru instalațiile electrice de energie se admit căderi de tensiune superioare celor indicate mai sus în timpul pornirii motoarelor, dar nu mai mari decât valorile maxime admise de motoarele respective, indicate de fabricant. Dacă nu se dispune de date precise, în calcule se poate considera o cădere de tensiune de 12%.

NOTĂ. *Căderile de tensiune admise la bornele motoarelor de joasă și medie tensiune din centralele electrice sunt indicate în normativele PE 113 și PE 137. în cazul receptoarelor de circuite secundare, verificarea se va face în regim normal, în regim de avarie (pentru receptoarele alimentate de la baterii de acumulare) și în regim de pornire a motoarelor; valoarea căderilor de tensiune nu va fi mai mare decât cea admisă de receptoarele respective.*

4. Secțiunea economică (s_{ec}) este secțiunea conductoarelor pentru care se realizează un regim optim economic, corespunzător unor cheltuieli totale minime (constituite din cheltuieli de investiții și cheltuieli de exploatare datorate, în principal, pierderilor de energie) pentru linia respectivă, într-o perioadă de funcționare dată.

Determinarea secțiunii economice a conductoarelor se face potrivit instrucțiunilor Metodologiei pentru determinarea secțiunii economice a conductoarelor în instalații electrice de distribuție de 1 – 110 kV - NTE 401/03/00.

VI.2.3. Alegerea tipului de izolație

Art.30. Alegerea tipului de izolație a cablurilor comportă studierea și compararea unui număr mare de date și parametri cum ar fi: performanțele dielectrice, regimurile termice, comportarea în timp, comportarea la foc, posibilitățile de realizare de trasee cu denivelări, tehnologiile de montaj, costurile de investiții etc.

Având în vedere experiența acumulată până în prezent, pentru cazurile cele mai uzuale, se fac următoarele recomandări de alegere a izolației:

- izolație din PVC, în cazul cablurilor de 1 ÷ 10 kV;
- izolație din polietilenă (PE), de preferință polietilenă reticulată (XLPE), în cazul cablurilor cu tensiunea cuprinsă în domeniul (10 ÷ 30 kV).

Alegerea altor tipuri de izolații pentru cablurile de joasă tensiune, determinată de condiții speciale (solicitări mecanice, temperatură, pericol de incendiu etc.), precum și alegerea izolației cablurilor de înaltă tensiune (110 ÷ 400 kV), trebuie să facă obiectul unor analize speciale tehnico - economice.

Pentru cablurile de circuite secundare se recomandă alegerea unei izolații sintetice (PVC, PE, etc.).

VI.2.3. Criterii de alegere și verificare a învelișurilor mecanice ale cablurilor

Art.31. Cablurile electrice se prevăd cu ecrane metalice sau învelișuri metalice cu rol de ecran (de exemplu: învelișuri din plumb sau aluminiu prevăzute pentru etanșeizare), pentru cazul în care rezultă necesară asigurarea funcțiilor indicate la Art. 7.

Astfel, cablurile de energie de medie și înaltă tensiune se prevăd, de regulă, cu învelișuri metalice care au rol de ecran. Cablurile cu ecran comun peste izolația conductoarelor (cu câmp neradial) se pot utiliza până la tensiunea de 6 kV inclusiv.

La cablurile de energie, ecranele metalice sau învelișurile metalice care au rol de ecran se vor verifica la efectele termice datorate curenților de scurtcircuit monofazat, pe baza valorilor admisibile (și eventual, a metodologiei de calcul) indicate de firma furnizoare a cablului.

Învelișurile de etanșeizare pot servi drept conductor de nul în rețele de joasă tensiune pentru cazul în care sunt garantate de fabricant pentru acest mod de utilizare și dacă se asigură secțiunea echivalentă necesară, potrivit standardelor în vigoare, pentru conductorul de nul.

VI.3 Condiții mecanice

VI.3.1. Secțiuni minime ale conductoarelor

Art.32. Secțiunile, respective diametrele minime admise din punct de vedere mecanic ale conductoarelor cablurilor pozate în condiții normale de exploatare, verificate la condițiile prevăzute la Art. 27 ÷ 31 (Condiții electrice), sunt:

- a) la cablurile de energie, secțiuni minime de 1,5 mm² în cazul conductoarelor din cupru și de 4 mm² în cazul conductoarelor din aluminiu;
- b) la cablurile de circuite secundare, cu conductoare din cupru, secțiuni minime de 1 mm², cu următoarele excepții:
 - la circuitele unde condițiile electrice (de exemplu: încărcare, cădere de tensiune), *mechanice* (exemplu: vibrații) sau fizico - chimice (exemplu: agenți corosivi) impun secțiuni mai mari;
 - la circuitele de circuite secundare din obiectivele cu gospodării de cabluri importante (menționate în Anexa 9) realizate cu cabluri având conductoare monofilare, unde secțiunea minimă este de 1,5 mm²; în cazul utilizării cablurilor cu conductoare multifilare (lițate), secțiunea minimă este de 1 mm²;
 - la circuitele secundare ale transformatoarelor de curent, unde secțiunea minimă este de 1,5mm²;
 - la circuitele funcționând la tensiuni de serviciu până la 60V (cu excepția alineatului precedent) la care se admit conductoare cu diametrul minim de 0,5mm
 - la cablurile de teleconducere, cu conductoare din cupru, diametrul minim al conductorului va fi

de 0,5 mm în cazul cablurilor pozate numai în interiorul clădirilor și de 0,8 mm în cazul cablurilor pozate în pământ sau în canalizări exterioare.

VI.3.2. Rezistența mecanică a cablurilor

Art.33. Rezistența mecanică a cablurilor se asigură de învelișurile situate peste izolația conductoarelor cablurilor (a se vedea Art. 7).

Cablurile se pozează pe trasee ferite de solicitări mecanice, astfel încât să nu necesite, de regulă, armături metalice sau protecții mecanice exterioare (tuburi, cărămizi etc.).

Situațiile în care pentru asigurarea unei protecții mecanice suplimentare este necesară prevederea de cabluri armate sau protecții mecanice exterioare apar în următoarele cazuri de pozare:

- a) pozare aeriană (deschisă), când există pericole de deteriorări mecanice;
- b) pozare în terenuri supuse alunecărilor sau lăsarilor,
- c) pozare sub apă;
- d) pozare în locuri supuse trepidațiilor puternice;
- e) pozarea cablurilor de teleconducere supuse influențelor instalațiilor de energie; de regulă, aceste cabluri vor fi ecranate;
- f) în medii cu pericol de explozie, în cazurile indicate în prescripțiile de proiectare specifice acestor medii;
- g) în zone unde traseul de cabluri nu este marcat (de exemplu: în zone aglomerate, în instalații edilitare și în trasee izolate).

Utilizarea cablurilor armate trebuie justificată prin proiect.

Cablurile nearmate cu înveliș exterior din PVC, și anume cele de circuite secundare și de joasă tensiune, precum și cele de medie tensiune prevăzute cu ecran metalic legat la pământ peste fiecare conductor izolat (cabluri cu câmp radial), pot fi pozate direct în pământ, fără protecție mecanică complementară (tuburi, cărămizi etc.), dacă sunt garantate de furnizorul cablului pentru acest mod de pozare și nu sunt susceptibile de a fi supuse la eforturi mecanice deosebite, de felul celor arătate la literele a ÷ g de mai sus, care să depășească rezistența cablului.

În locurile expuse trepidațiilor (de exemplu: poduri rutiere sau de căi ferate) nu se prevăd cabluri cu înveliș de plumb decât dacă sunt garantate de furnizor pentru acest mod de pozare (cazul armăturilor cu adaosuri care împiedică recristalizarea plumbului la trepidații).

NOTĂ. Protecția mecanică suplimentară a cablurilor monopolare nearmate utilizate în curent alternativ, atunci când rezultă ca necesară, se va realiza prin dispozitive de protecție mecanică exterioară cablului, din materiale nemagnetice.

VI.3.3. Eforturi mecanice în caz de scurtcircuit

Art.34. Cerințele privind eforturile mecanice în caz de scurtcircuit sunt următoarele:

- a) în cazul cablurilor cu mai multe conductoare, valorile de vârf ale curentului de scurtcircuit nu trebuie să depășească valorile garantate de fabricant;
- b) în cazul cablurilor monopolare pozate în aer, datorită eforturilor electrodinamice care se pot dezvolta între conductoarele fazelor și care pot provoca deplasări importante și brutale ale cablurilor, se vor lua măsuri corespunzătoare de fixare.

Distanțele între punctele de fixare ale cablurilor se determină în funcție de valoarea eforturilor electrodinamice între cabluri și natura izolației, conform indicațiilor din Anexa 3. Piese de fixare trebuie să fie din materiale izolante, iar dacă sunt din metal acestea nu trebuie să formeze spire închise în jurul cablurilor și nu trebuie să deterioreze învelișul cablului.

VI. 4 Condiții speciale

VI. 4.1. Condiții privind comportarea la foc

Art.35. Condițiile privind comportarea la foc a cablurilor electrice utilizate la realizarea obiectivelor se recomandă să fie cele prevăzute în SR EN 60332 (standard pe părți), SR EN 50266 (standard pe părți) și CEI 60331 (standard pe părți).

1. În interiorul construcțiilor se utilizează, de regulă, cabluri cu întârziere la propagarea flăcării. Cablurile cu întârziere la propagarea flăcării, dar care pozate în mănunchi nu îndeplinesc condiția cerută de SR EN 50266 (standard pe părți), pot fi folosite în interiorul încăperilor de cabluri, a nivelurilor închise (numai în tuneluri, subsoluri, poduri), a nivelurilor deschise de cabluri, precum și în subsoluri tehnologice, cu condiția realizării de separări transversale, pentru limitarea propagării focului pe fluxurile de cabluri (conform Art. 66).

În cazuri excepționale, justificate, se admite folosirea de cabluri fără întârziere la propagarea flăcării, cu condiția tratării corespunzătoare a învelișului exterior (de exemplu: acoperirea cu vopsea care mărește rezistența la foc, acoperirea cu nisip sau cu alte materiale adecvate a cablurilor în canale).

Cablurile care trebuie să asigure funcționarea temporară a unor instalații în condiții de foc vor fi alese din categoria „rezistente la foc”.

2. În construcțiile deschise de cabluri se vor utiliza cabluri cu întârziere la propagarea flăcării, fără realizarea separărilor transversale definite la Art. 66.

3. În cazul pozării în pământ sau în apă, nu se impun condiții speciale în ceea ce privește propagarea flăcării sau rezistența la foc a cablurilor.

În cazul în care traseele se continuă în interiorul construcțiilor, pe porțiunea de pozare liberă, cablurile trebuie să îndeplinească condițiile arătate la literele a) sau b) de mai sus.

VI. 4.2. Pozarea în soluri agresive

Art.36. În cazul pozării în soluri care conțin substanțe agresive, cablurile vor fi protejate conform prevederilor Normativului pentru protecția contra coroziunii a construcțiilor metalice îngropate - I 14.

VI. 4.3. Pozarea în medii cu temperaturi ridicate

Art.37. În cazul pozării în medii cu temperaturi ridicate, în zonele utilajelor tehnologice, unde temperatura mediului ambiant depășește permanent $+40^{\circ}\text{C}$ (măsurată în imediata apropiere a fluxurilor de cabluri) și nu se poate asigura o protecție termică corespunzătoare, se vor prevedea cabluri rezistente la temperatura respectivă.

VI. 4.4. Pozarea în zone expuse razelor solare

Art.38. În cazul pozării cablurilor în aer liber (pe estacade, pe construcții etc.), în zone expuse razelor solare, trebuie să se prevadă cabluri cu înveliș exterior rezistent la acțiunea razelor solare (referitor la reducerea încălzirii, conform indicațiilor din Anexa 1).

VI. 4.5. Pozarea pe trasee cu denivelări importante

Art.39. La pozarea pe trasee cu denivelări importante, verticale sau înclinate, se utilizează, de preferință, cabluri cu izolație uscată (sau când se justifică tehnico-economic se pot folosi și cabluri cu izolație de hârtie impregnată cu mase nemigratoare). Cablurile cu izolație de hârtie impregnată cu masă migratoare, atunci când se justifică tehnico-economic se pot utiliza numai dacă diferența maximă de nivel pe traseu nu depășește limitele admise de producător sau dacă se montează manșoane de stopare.

Pentru cazurile în care lipsesc date de la producătorul de cabluri, se admite folosirea valorilor diferențelor maxime de nivel admise, indicate în Anexa 4.

VI. 4.6. Pozarea pe trasee cu medii diferite

Art.40. Alegerea și verificarea cablurilor care trec prin zone cu condiții de mediu diferite (temperatură, trepidații, pericol de explozie, agresivități diferite etc.) se face după condițiile impuse de sectorul cel mai greu, cu excepția cazurilor când este posibilă și rezultă justificat tehnico-economic tronsonarea diferențiată după condițiile de mediu în care se pozează tronsoanele respective de cabluri.

În cazurile în care sunt numai condiții de răcire diferite, se admite ca dimensionarea să se facă după condițiile de răcire ale traseului cel mai lung, când zona cu temperaturi ridicate reprezintă cel mult 10 m, dar nu mai mult de 20 % din lungimea totală a cablului (cazul cablurilor care se pozează în pământ și pe o scurtă porțiune în aer - de exemplu pe stâlpul unei LEA).

VI. 4.7. Condiții specifice cablurilor de circuite secundare

Art.41. (1) Determinarea numărului de conductoare: cablurile de circuite secundare nu se prevăd cu conductoare de rezervă în cazul cablurilor cu până la patru conductoare inclusiv și nici în cazul cablurilor care deservește receptoare individuale (motoare, vane, clapete etc.); în celelalte cazuri, numărul de fire de

rezervă este acela care rezultă din adoptarea cablului normalizat cu un număr de fire (sau de perechi sau cuarte la cablurile de telecomunicare) imediat superior numărului de fire (perechi, cuarte) utilizate efectiv.

Pentru circuitele aferente diferitelor instalații distincte (celulă, agregat etc.) trebuie să se utilizeze cabluri separate. Se exceptează de la această prevedere următoarele situații în care diverse circuite se vor reuni într-un același cablu:

1. circuitele destinate pentru un ansamblu de instalații îndeplinind o aceeași funcțiune (de exemplu, circuitele pentru protecții de bare, buclele de alimentare, buclele de blocare etc.);
2. circuitele de comandă indirectă (treapta de tensiune de serviciu sub 60 V) sau circuite secundare la alegere pentru un grup de instalații (circuite primare);
3. circuitele de telecomunicare.

(2) Influențele perturbatoare pot fi:

- a) de origine internă (cuplaj mutual între circuitele aceluiași cablu); se evită, pe cât posibil, reunirea în același cablu a circuitelor funcționând la tensiuni sub și peste 60V, datorită pericolului de a se induce tensiuni electromotoare prin cuplaj capacitiv sau inductiv care să perturbe corecta funcționare a instalațiilor (în special a instalațiilor de comutație statică și telemăsură). Pentru reducerea perturbațiilor de origine internă, când totuși se adoptă astfel de soluții, trebuie alese cabluri adecvate, cu grupări și ecranări convenabile ale circuitelor,
- b) de origine externă (cuplaj datorat instalațiilor de energie).

Instalațiile de energie aflate în apropierea cablurilor de circuite secundare pot induce tensiuni periculoase pentru instalații sau pentru personal prin cuplaj capacitiv, inductiv sau rezistiv (galvanic). Pentru reducerea tensiunilor induse în cablurile de circuite secundare amplasate în incinte în apropierea instalațiilor de energie (de exemplu, în stații de înaltă tensiune de 110 ÷ 400kV) se iau următoarele măsuri:

- a) utilizarea cablurilor ecranate sau armate;
- b) asigurarea echipotențializării traseului de cabluri;
- c) dispunerea în același cablu și pe cât posibil simetric, din punctul de vedere al geometriei cablului, a conductoarelor de polarități diferite (sensuri de parcurgere a curentului) aparținând acelorași circuite;
- d) evitarea traseelor paralele, pe lungimi mari, cu instalațiile de energie.

Cablurile de circuite secundare (inclusiv cele de telecomunicare) care părăsesc incintele instalațiilor electrice de înaltă tensiune sau sunt amplasate în apropierea liniilor de energie trebuie alese și verificate la tensiunile induse prin cuplaj (inductiv, capacitiv, rezistiv), potrivit prevederilor **STAS 832** și a instrucțiunilor de proiectare a cablurilor pilot.

VI.4.8. Pozarea pe trasee cu pericol de coroziune prin curenți de dispersie

Art.42. La alegerea traseelor de cabluri în localități având rețea de tracțiune electrică în curent continuu, trebuie ținut cont de pericolul coroziunii prin curenți de dispersie. Acest pericol apare la cablurile cu ecran metalic, în special din zonele apropiate stațiilor de redresare și anume, acolo unde cablurile se află în apropierea căilor de întoarcere a curentului de la șină spre polul negativ al redresorului.

În consecință, pentru aceste zone trebuie evitată pozarea cablurilor cu ecran metalic.

De asemenea, trebuie evitată pozarea cablurilor cu ecran metalic paralel cu liniile de tracțiune de curent continuu.

Dacă din motive energetice sau de sistematizare stradală este obligatorie pozarea unor cabluri cu ecran metalic în zonele menționate mai sus, atunci trebuie luate măsurile prevăzute în prescripțiile referitoare la protecția contra coroziunii a construcțiilor metalice îngropate (normativului **I 14** și **STAS 7335 – standard pe părți**) și se vor utiliza numai cabluri cu manta exterioară din PVC sau din alt material rezistent față de mediu.

VII. INSTALAREA CABLURILOR

VII.1 Condiții generale

Art.43. Soluția de instalare a cablurilor (în aer, în pământ, în tuburi sau pe trasee speciale) se stabilește în baza regulilor de realizare a diverselor tipuri de rețele (indicate în capitolul anterior).

Art.44. În gospodăriile de cabluri ale obiectivelor energetice cablurile aferente fiecărui obiect distinct din punct de vedere funcțional (blocuri sau grupuri energetice, transformatoare de putere din stații electrice etc.) se dispun, de regulă, în fluxuri separate.

Cablurile care constituie alimentarea de rezervă a fiecărui obiect distinct sau a dispozitivelor de prevenire și stingere a incendiilor se dispun în fluxuri separate față de cele aparținând alimentării de bază.

Se admite gruparea în același flux a cablurilor aferente a două sau mai multe obiecte distincte, în condițiile în care cablurile care asigură alimentarea de rezervă sunt pozate în fluxuri separate de cele aparținând alimentării de bază. În aceste cazuri, dacă există și posibilitatea unei exploatare locale, cablurile de circuite secundare se pot poza în fluxuri comune pe porțiunile dintre punctele de exploatare locală și punctul central de comandă.

Art. 45. Se recomandă pozarea cablurilor de circuite secundare, inclusiv a celor aferente instalațiilor și dispozitivelor de prevenire și stingere a incendiilor, în fluxuri separate față de cele ale cablurilor de energie, precum și realizarea de fluxuri separate pentru cablurile de energie de tensiuni diferite.

În situația în care realizarea de fluxuri separate nu este posibilă, grupurile de cabluri prevăzute la alineatul precedent pot fi dispuse și în același flux (stelaj, șanț etc), cu respectarea prevederilor de la Art.55 și Art. 59.

Art.46. La pozarea cablurilor de energie și de circuite secundare se prevede o rezervă de cablu pentru compensarea deformărilor și pentru a permite înlocuirea terminalelor și a manșoanelor, în următoarele cazuri:

- a) la toate manșoanele cablurilor, indiferent de locul de pozare, tensiunea nominală sau tipul cablului;
- b) la capetele traseului cablurilor cu tensiunea nominală de 6 kV și mai mare, indiferent de tipul cablului;
- c) la capetele traseului cablurilor de joasă tensiune cu izolație din hârtie impregnată.

Pentru rezerve, se prevăd următoarele lungimi minime:

- a) la manșoane, lungimea necesară refacerii de două ori a manșonului respectiv;
- b) la terminale, lungimea necesară refacerii o singură dată a terminalului respectiv.

Art.47. La folosirea cablurilor de energie monoconductoare trebuie luate următoarele măsuri:

- c) în circuitele trifazate se asigură o distribuție simetrică a sarcinilor pe cele trei faze, iar la execuție se utilizează tehnologii care să asigure rezistențe de contact egale la îmbinările conductoarelor fazelor;
- d) pozarea celor trei faze se va face, de regulă, în triunghi (treflă);
- e) cablurile nu montează individual în tuburi feromagnetice și nu încastrează în beton cu armături ce formează spire închise în jurul fiecărei faze;
- f) cablurile pozate în aer și piesele de fixare se verifică la solicitările electrodinamice în caz de scurtcircuit, conform Art. 34;
- g) în cazul în care pentru asigurarea unei capacități mari de transport se folosesc mai multe legături în paralel, se utilizează cabluri având secțiuni și lungimi identice; se vor grupa împreună câte trei cabluri aparținând unor faze diferite și se vor distanța grupele între ele; în cazul fiecărei grupe se va proceda la traspunerea fazelor între ele la intervale egale;
- h) de regulă, ecranele metalice ale cablurilor se leagă între ele și la pământ la ambele capete.

Fac excepție cazurile în care ecranele nu sunt stabile termic la curenții monofazați de scurtcircuit, când se admite legarea lor la pământ numai la un singur capăt, cu condiția ca, în acest caz, tensiunile față de pământ induse în ecran la celălalt capăt - în regim normal și de scurtcircuit - să nu depășească valorile admise indicate în STAS 2612.

În cazul în care, prin legarea la pământ a ecranului la un singur capăt, tensiunile față de pământ induse în ecran la celălalt capăt depășesc valorile admise, se adoptă soluția de legare la pământ a ecranului la ambele capete, cu luarea unor măsuri de asigurare a stabilității sale termice (alegerea de cabluri cu o secțiune mai mare a ecranului, prevederea unor conductoare în paralel).

Art.48. Razele minime de curbura ale cablurilor, care trebuie respectate la manevrări și la fixare, se indică de către fabrica producătoare.

În cazul în care aceste date lipsesc, se pot folosi cele din Anexa 5.

Art.49. Liniile de cabluri trebuie să fie protejate împotriva curenților de suprasarcină și de scurtcircuit cu siguranțe fuzibile sau cu instalații de protecție prin relee, conform Normativului pentru proiectarea și executarea instalațiilor electrice cu tensiuni până la 1000 V c.a. și 1500 V c.c. - I 7 și Normativului privind proiectarea protecțiilor prin relee și automatizărilor electrice ale centralelor și stațiilor - PE 501.

Art.50. Nu se admite montarea cablurilor care alimentează consumatori deținând echipamente cu risc de explozii în caz de întreruperi direct pe elementele combustibile (clasele C₃ și C₄ conform Normelor tehnice de proiectare și realizare a construcțiilor privind protecția la acțiunea focului - P 118) ale construcțiilor. Pentru alte cazuri, cablurile se montează interpunând materiale incombustibile între ele și materialul combustibil.

Se pot folosi, de exemplu:

- a) straturi incombustibile (din zidărie, beton, tencuială de minim 1cm grosime sau plici de azbest de minim 0,5 cm grosime) cu o lățime care depășește cu cel puțin 3 cm periferia cablurilor,
- b) cablurile se montează pe elemente din materiale incombustibile (de ex. console metalice etc.) care distanțează cablurile la cel puțin 3 cm față de materialul combustibil.

Art.51. Pozarea cablurilor se face după ce sunt montate și vopsite toate construcțiile metalice, sunt executate legăturile la pământ și s-au realizat, acolo unde sunt necesare conform normelor, circuitele instalațiilor de semnalizare și instalațiile de stingere aferentă, acestea din urmă trebuind să fie în stare de funcționare la punerea în funcțiune a gospodăriei de cabluri.

În gospodăriile de cabluri, lucrări de sudură sau cu foc deschis se execută numai pe baza permisului de lucru cu foc.

După pozarea cablurilor, nu sunt admise astfel de lucrări decât în cazuri de strictă necesitate și cu luarea unor măsuri suplimentare de protecție.

Art.52. Desfășurarea cablurilor de pe tambur și pozarea lor se face numai în condițiile în care temperatura mediului ambiant este superioară limitelor minime indicate în standardele și normele interne de fabricație ale cablurilor.

În cazul în care este necesară desfășurarea și pozarea cablului la temperaturi mai scăzute decât cele indicate de fabricile furnizoare, cablurile trebuie să fie încălzite.

Art.53. Condițiile specifice de instalare pentru cablurile de energie cu tensiuni de 110 kV, 220 kV, 400 kV, ca de exemplu: distanțe de montaj, apropieri și intersecții cu alte conducte și instalații, transpoziții etc., se stabilesc pe baza indicațiilor fabricantului și a normelor referitoare la calculul influențelor liniilor de energie.

Art.54. Legarea la pământ a conductoarelor de protecție și a învelișurilor metalice ale cablurilor (cu asigurarea continuităților pe traseu), precum și a construcțiilor metalice de susținere se recomandă să

fie conform **SR EN 61140:2002** și **SR HD 637 S1:2004**. Se recomandă legarea la pământ a mantalelor cablurilor la ambele capete.

VII.2 Instalarea cablurilor în aer

VII.2.1. Distanțe prescrise

Art.55. La instalarea cablurilor în aer se normează următoarele categorii de distanțe: distanțe de rezemare și de fixare a cablurilor, distanțele de pozare pe rastele, pe pereți și pe pardoseli, distanțe privind culoarele de circulare și spațiile de montaj, distanțe de protejare mecanică, distanțe față de instalații tehnologice.

(1) Distanțele de rezemare și de fixare a cablurilor sunt distanțele între două puncte succesive de rezemare a cablurilor la montarea pe orizontală și, respectiv, de fixare la montarea pe verticală se aleg în funcție de caracteristicile cablurilor, în conformitate cu indicațiile furnizorului.

În lipsa acestor indicații, distanțele nu le vor depăși pe cele din Tabelul 2.

Tabelul 2. Distanțe maxime de rezemare și fixare a cablurilor.

Tipul cablului	Distanța (cm)	
	Montaj orizontal	Montaj vertical
Nearmat	50	100
Armat	80	150

Notă. Se consideră cabluri montate pe verticală cele care fac un unghi mai mare de 45^0 cu orizontala.

(2) Distanțele de pozare pe rastele, pe pereți și pe pardoseli, recomandate din punct de vedere al încărcării cablurilor, la care se consideră că sunt eliminate influențele tehnice reciproce dintre cablurile de energie pozate pe rastele, pe pereți, pe pardoseli sau pe fundul canalelor, precum și ordinea de așezare a acestora, sunt cele indicate în Fig. 1.a, Fig. 2.a și respectiv Fig. 3.a.

În cazul în care spațiul disponibil pentru pozarea cablurilor nu permite realizarea acestor distanțe, se pot adopta distanțe mai reduse, și anume până la valorile minime indicate în Fig.1.b, Fig.2.b, și respectiv Fig. 3.b, cu reducerea corespunzătoare a încărcării cablurilor de energie (a se vedea Anexa 1, Tabelele A.1.22 și A.1.23).

Cablurile aparținând fiecărei grupe distincte de tensiune sau de utilizare (de energie respectiv de circuite secundare) se amplasează, de regulă, pe rastele diferite, ordinea de așezare recomandată pe rastelele unui aceluiași stelaj fiind cea din Fig. 1. Tot pe rastele distincte se amplasează, de regulă, și cablurile fără întârziere la propagarea flăcării admise a fi pozată în interiorul clădirilor, în condițiile indicate la Art. 35, lit. a.

În cazul cablurilor cu întârziere la propagarea flăcării, la stabilirea numărului de cabluri pe un rastel (într-un mănunchi) se ține seama și de categoria în care se încadrează mănunchiul de cabluri folosit

(A, B sau C) determinată conform standardului **SR EN 50266** (standard pe părți); categoria cablului folosit se indică de către furnizorul de cabluri (a se vedea Art. 66 lit h.).

În cazuri obligate, se admite amplasarea pe același rastel, perete sau pardoseala a cablurilor cu tensiuni sau utilizări diferite (exemplu cabluri de energie de diverse tensiuni sau cabluri de energie și cabluri de circuite secundare), precum și a grupelor de cabluri cu comportări diferite la propagarea flăcării, în condițiile în care între grupele respective de cabluri se asigură o distanță minimă „A”, având valoarea:

- a) $A = 25 \text{ cm}$ - în cazul grupelor de cabluri cu tensiuni sau utilizări diferite
- b) $A = 15 \text{ cm}$ - în cazul grupelor de cabluri cu și fără întârziere la propagarea flăcării.

Se admite reducerea distanței „A” în următoarele situații:

- a) pe fluxurile mari de cabluri, atunci când se pot lua măsuri eficiente de izolare sau separare a grupelor de cabluri;
- b) pe derivațiile din fluxurile mari de cabluri, spre receptoarele individuale;
- c) pe fluxurile de cabluri prin ale căror conductoare nu trec curenți maximi de durată peste 10A.

Pozarea în straturi a cablurilor de energie sau a cablurilor de energie împreună cu cablurile de circuite secundare sau de telecomunicare este admisă într-una din următoarele situații:

- a) dacă curenții maximi de durată în conductoarele cablurilor de energie nu depășesc 10A
- b) în cazuri obligate, pe distanțe scurte (sub 2m), indiferent de valorile curenților prin cablurile de energie, cu condiția ca între straturi să se intercaleze materiale rezistente la foc 30 minute.

(3) Distanțele pe orizontală și pe verticală față de culoarele de circulație din spațiile de producție nu trebuie să fie mai mici decât cele indicate în Fig. 4.a.

În spațiile de producție cablurile se pot monta liber numai în locurile în care nu există pericole de deteriorări mecanice prin obiecte manevrate, dispozitive de lucru sau utilaje în mișcare.

În mediile cu pericol de incendiu sau explozie se vor respecta prevederile specifice acestor medii .

În construcțiile circulabile pentru cabluri (galerii, poduri sau subsoluri de cabluri), dimensiunile culoarelor de circulație nu vor fi, de regulă, mai mici decât cele indicate în Fig. 4.b; zonele de protecție și de siguranță ale LEC în aceste cazuri coincid și sunt delimitate la limita culoarelor de circulație.

În construcțiile necirculabile de cabluri (canale, estacade etc.). precum și în spațiile situate deasupra culoarelor de circulație (cabluri montate sub tavane etc.) trebuie asigurate distanțe minime/indicate în fig. 4.c) necesare pentru montajul și mentenanța cablurilor. Zonele de protecție și de siguranță ale LEC montate în construcții necirculabile pentru cabluri coincid și se delimitează la limita acestor construcții.

(4) La trecerea cablurilor prin planșee (la montarea în interior) sau la trecerea din pământ în aer (la montarea în exterior), cablurile trebuie protejate mecanic pe o înălțime minimă de:

- a) 0,5 m, în spații tehnologice, în cazul utilizării cablurilor armate, precum și în spații fără pericole de deteriorări mecanice (de exemplu, în stații electrice sau la distanțe de minim 0,75 m față de culoarele de circulație din încăperi tehnologice fig. 4.a), în cazul utilizării cablurilor nearmate;
- b) 2 m, în spații tehnologice sau spații cu pericole de deteriorări mecanice (de exemplu, la distanțe mai mici de 0,75 m față de culoarele de circulație - vezi fig. 4.a) în cazul utilizării cablurilor nearmate, precum și în exteriorul incintelor (de exemplu, pe stâlpii de linii electrice).

Se recomandă ca trecerea prin planșee să se realizeze fără tuburi de protecție, în cazul când utilajele la care se racordează cablurile asigură protecția mecanică a lor (de exemplu, racordarea cablurilor la tablouri sau celule montate pe pardoseală).

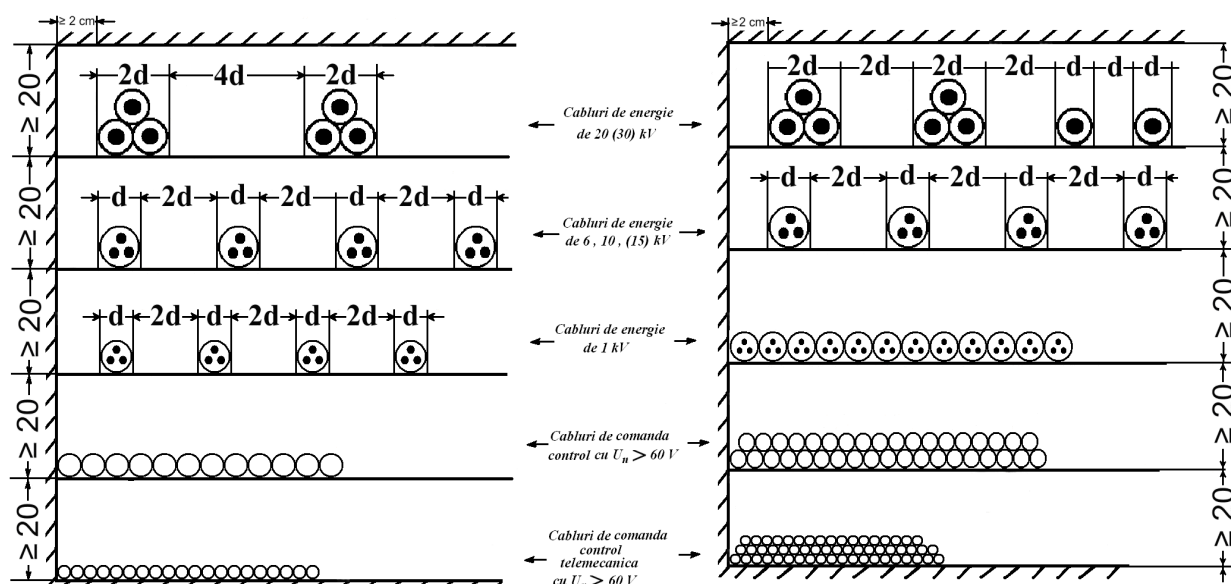
(5) Distanțele de siguranță ale LEC față de instalații tehnologice din spațiile de producție sunt egale cu cele din Tabelul 3.

VII.2.2. Reguli de instalare în interiorul construcțiilor

Art.56. Instalarea cablurilor în interiorul construcțiilor (încăperi tehnologice, depozite, spații de circulație etc.), cu excepția celor din construcțiile speciale de cabluri care sunt tratate la Art. 57, se face în conformitate cu prevederile de la Art.20, Art.43 ÷ 55, Art. 55, cu următoarele precizări:

- a) amplasarea cablurilor se face astfel încât să fie posibilă intervenția pentru întreținere, precum și în caz de incendii și avarii, evitându-se realizarea de fluxuri mari de cabluri în spații greu accesibile;
- b) cablurile se instalează, de regulă, pe stelaje, pe pereți, în tuburi de protecție, în jgheaburi, precum și pe conducte sau instalații tehnologice, în condițiile Art. 55; la alegerea traseelor orizontale se recomandă folosirea spațiilor ferite de sub pasarele și platforme, iar pentru traseele verticale-zonele ferite din jurul stâlpilor;
- c) în încăperile tehnologice, în zonele în care pot apărea scurgeri de păcură, ulei sau alte fluide combustibile, nu construiesc canale de cabluri sub nivelul pardoselii, în afara acestor zone se pot amenaja canale de cabluri, luându-se măsuri de evitare a pătrunderii fluidelor în zona de pozare a cablurilor;
- d) cablurile care se instalează în încăperi tehnologice în care se vehiculează fluide combustibile (stații pompe păcură, gospodării de ulei etc.) trebuie să deservească exclusiv instalațiile tehnologice din aceste încăperi, luându-se și următoarele măsuri:
 - 1. cablurile se montează, de regulă, aparent sau în țevi de protecție așezate sub pardoseală cu măsuri de împiedicare a pătrunderii fluidelor;
 - 2. se pot utiliza cabluri nearmate, dacă sunt omologate pentru pozarea în medii cu pericol de explozii și nu există pericole de deteriorări mecanice; în caz contrar, ele trebuie să fie protejate în tuburi metalice;

3. trecerea cablurilor prin pereții și prin planșeele încăperilor se etanșează cu izolații rezistente la foc și care să nu permită scurgerea fluidelor în spațiile învecinate.
- e) pozarea cablurilor în spații cu depuneri solide de combustibil se face, de preferință, în canalizări etanșe (jgheaburi pentru cablurile de circuite secundare, tuburi pentru cablurile de energie); în cazul în care se adoptă trasee deschise, trebuie luate măsuri de limitare și de înlăturare a depunerilor;
- f) în canale sau galerii tehnologice pot fi montate numai cablurile care deserveșc exclusiv instalațiile din canale sau galerii (de exemplu, acționări vane, clapete, pompe, transmisii de măsurători, semnalizări etc.) sau sunt destinate instalațiilor deservite prin aceste canale sau galerii; la ieșirea cablurilor din canale sau galerii, se prevăd etanșări transversale rezistente la foc;

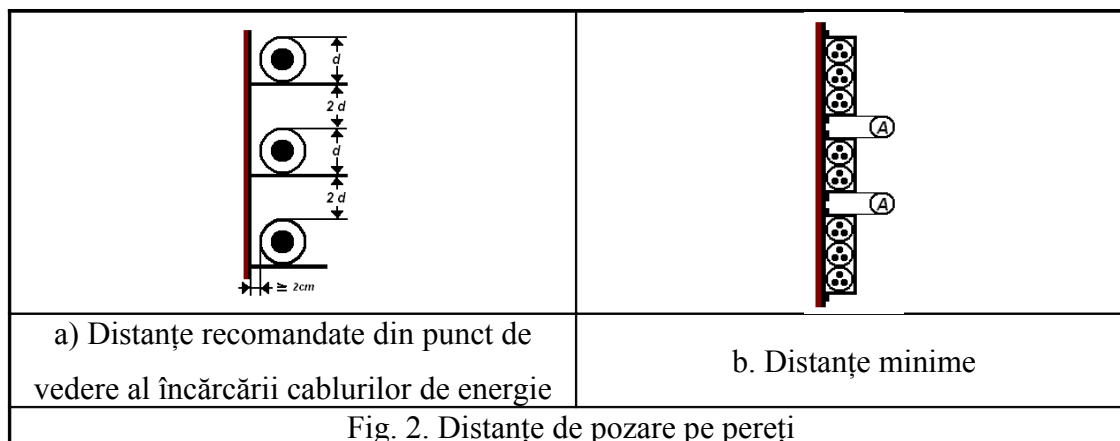


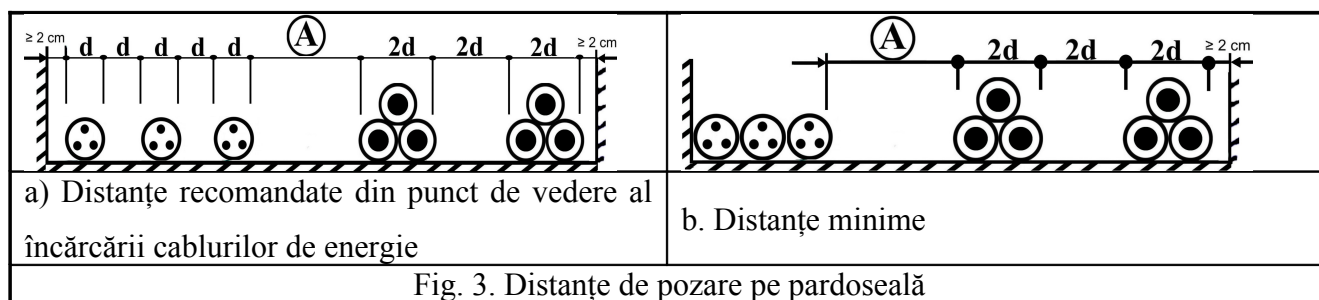
a. Distanțe recomandate din punct de vedere al încărcării cablurilor de energie

b. Distanțe minime

Fig. 1. Distanțe de pozare pe rastele (în cm).

NOTĂ: Pentru cablurile de 110 kV, 220 kV, 400 kV se respectă indicațiile furnizorului cablului.





- g) la instalarea cablurilor de circuite secundare se aplică prevederile Normativului pentru proiectarea instalațiilor interioare de telecomunicații în clădiri civile și industriale - I 18;
- h) în depozite și în spații de circulație se evită trecerea cablurilor care nu deservesc în mod direct consumatorii din spațiile respective; în cazul când acest lucru nu este posibil, este necesar a se lua măsuri de protecție împotriva loviturilor și deteriorărilor mecanice, iar dacă există pericol de incendiu se iau și măsuri de protecție împotriva efectului unui eventual incendiu, prin acoperirea cablurilor cu elemente incombustibile având rezistența la foc de minim 1,5 ore; protecția cablurilor împotriva incendiilor în depozite nu este necesară în cazul în care depozitele sunt prevăzute cu instalații automate de semnalizare și de stingere a incendiilor.

VII.2.3. Reguli de instalare în construcții speciale pentru cabluri

Art.57. Instalarea cablurilor în construcțiile special amenajate pentru cabluri (poduri, subsoluri, galerii, canale, puțuri, podețe etc.) se face în conformitate cu prevederile Art.16, Art. 21, Art. 43 ÷ 54, Art. 55 cu următoarele precizări:

- a) în podurile și subsolurile de cabluri, cablurile se pozează pe rastele sau paturi de cabluri, pe pereți sau pe pardoseală, în ultimul caz cu protejarea mecanică corespunzătoare (prin podeț de cabluri); în podurile și în subsolurile de cabluri se pot monta numai instalații de iluminat, ventilație, semnalizare și stingere a incendiilor care deservesc direct construcția respectivă, precum și următoarele echipamente și materiale:
1. cleme de șir și reglete de conexiuni din materiale necombustibile sau greu combustibile (cu $RI \geq 2$, conform **STAS 4002**, în care RI este rezistența la incandescență conform **SR ISO 181:1998**);
 2. dulapuri încinse eu aparataj de comandă control;
 3. căi de curent sau aparataj de comutație, separate de cabluri prin construcții rezistențe la arc electric;
 4. conducte de aer comprimat pentru deservirea aparatajului electric sau pentru încercarea instalațiilor fixe de stingere cu apă;
- b) în canale și galerii (tuneluri) de cabluri, cablurile se pozează pe rastele sau paturi de cabluri;

cablurile de circuite de circuite secundare și de teleconducere pot fi pozate și în straturi suprapuse în canale fără rastele. De asemenea, cablurile pot fi montate și pe fundul canalelor cu rastele, dar nu în canale cu adâncimi mai mari de 1m și nu pe porțiunea liberă care servește pentru acces în timpul montajului și al lucrărilor de mentenanță.

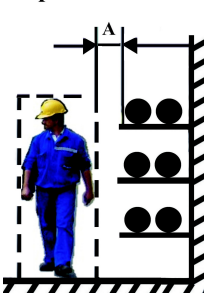
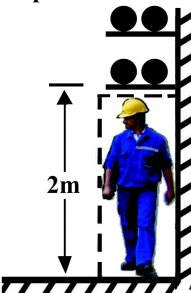
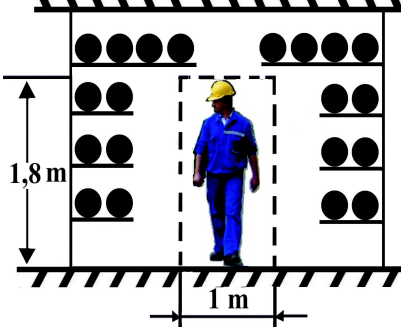
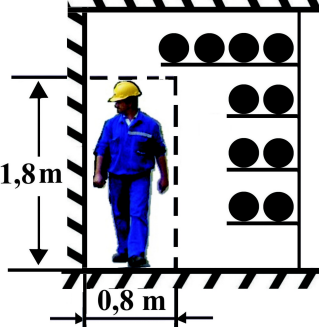
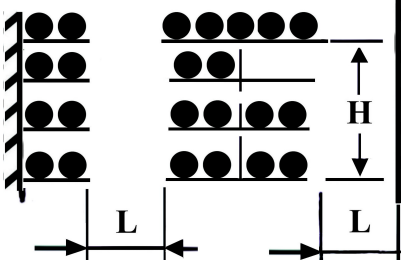
Distanța pe orizontală  Distanța pe verticală 		A = 0,75m – în cazul cablurilor neprotejate mecanic A = 0 – în cazul cablurilor protejate mecanic NOTĂ: Cabluri protejate mecanic se consideră cablurile armate, cablurile de energie ecranate sau cu nul concentric, precum și cablurile nearmate la care accesul este împiedicat (ex: îngrădiri, acoperiri) sau care sunt montate în tuburi de protecție.								
a) Distanțe minime față de culoarele de circulație în spațiile de producție										
Stelaje pe ambele părți 	Stelaje pe o singură parte 	NOTĂ: Se admite reducerea locală a lății de 0,8m, dar nu sub 0,6m, lungimea însumată a îngustărilor nu trebuie să reprezinte mai mult de 20% din lungimea culoarului de circulație.								
b) Dimensiunile culoarelor de circulație în galerii, poduri sau subsoluri de cabluri										
		<table><tr><td>H (cm)</td><td><45</td><td>45+60</td><td>>60</td></tr><tr><td>L (cm)</td><td>25</td><td>30</td><td>50</td></tr></table> NOTĂ: În cazul canalelor de cabluri, H reprezintă adâncimea liberă a canalului.	H (cm)	<45	45+60	>60	L (cm)	25	30	50
H (cm)	<45	45+60	>60							
L (cm)	25	30	50							
c) Distanțe minime de montaj (în canale, pe estacade și deasupra spațiilor de circulație)										

Fig.4. Distanțe privind culoarele de circulație și spațiile de montaj

Tabelul 3. Distanțe de siguranță ale LEC față de instalații tehnologice

Nr. cri.	Denumirea instalației tehnologice		Distanța minimă, cm		Observații
			Intersecții	Apropieri	
1	Conducte sau rezervoare cu fluide reci ($t \leq 40^{\circ}\text{C}$)	incombustibile	3	5	Distanțele se pot reduce până la montarea pe conductă sau rezervor, când cablul este armat sau protejat în țeavă metalică
		combustibile	50	100	
2	Conducte sau instalații cu suprafețe calde ($t_{\text{izolație}} > +40^{\circ}\text{C}$)		50	100	Distanțele se pot reduce în condițiile în care cablurile sunt rezistente la temperatura respectivă sau sunt protejate termic (paravane termice, izolare în azbest etc.).
3	Conducte de aer comprimat		20	20	Distanțele nu se normează în cazul conductelor cu presiunea aerului sub 12daN/cm^2 care deservește instalațiile electrice
4	Instalații care prelucrează materiale combustibile solide, inclusiv depozitarea materialelor respective		100	100	În funcție de condițiile locale distanțele se majorează conform prevederilor din normele specifice tehnologiei sau mediului respectiv.

NOTĂ. Distanțele indicate la pct. 4 nu se aplică pe porțiunea de intrare a cablurilor pentru alimentarea instalațiilor respective.

În canalele și în galeriile de cabluri se pot monta numai instalațiile necesare (după caz) de iluminat, ventilație, semnalizare și stingere a incendiilor, care deservește direct construcția respectivă, precum și conductele de aer comprimat pentru deservirea aparaturii electrice sau pentru încercarea instalațiilor fixe de stingere cu apă (în canale aceste conducte se montează în partea superioară).

În cazuri excepționale, se pot monta conducte tehnologice numai pe porțiunea de traversare, cu măsuri de protejare a cablurilor; se interzic atât montarea de flanșe, robinete sau racorduri pentru aparate de măsură, căi și realizarea de suduri pe conductele tehnologice în zona de traversare; conductele cu fluide combustibile vor fi protejate prin introducerea lor în tuburi de protecție.

VII.2.4. Reguli de instalare aeriană în exteriorul construcțiilor

Art.58. Instalarea aeriană a cablurilor în exteriorul construcțiilor, în incintele obiectivelor energetice, se efectuează în conformitate cu prevederile Art. 15 ÷ 18 și Art. 55, ținând seama de precizările care se fac în continuare.

1. Pozarea aeriană a cablurilor în incintele obiectivelor energetice se poate face pe elemente de construcție cu altă destinație decât montarea cablurilor (de exemplu, sub sau pe partea laterală a podurilor și pasarelelor, pe pereți de clădiri, pe estacade comune cu alte instalații, pe conducte tehnologice etc.), dar care se verifică - din punct de vedere mecanic și al pericolului de incendiu - dacă sunt potrivite acestui scop, sau pe construcții special amenajate pentru pozarea cablurilor (estacade cu stelaje de cabluri, jgheaburi metalice închise, plase de sârmă, cabluri purtătoare etc.).

În cazul instalării cablurilor pe estacade comune, se vor prevedea măsuri de protejare a cablurilor pozate sub conducte în dreptul ventilelor, purjelor și flanșelor, precum și în zona de mufare a cablurilor.

Cablurile pozate sub conducte cu fluide inflamabile se protejează împotriva eventualelor scurgeri de fluide pe toată lungimea de coexistență.

Se evită traseele de cabluri care alimentează consumatori vitali în apropierea unor construcții care, în caz de incendiu, pot afecta fluxurile de cabluri. În cazul când traseul acestor cabluri nu poate evita apropierea de construcții cu pericol de incendiu, este necesar a se asigura o distanță minimă de protecție împotriva efectelor unui eventual incendiu - determinată pe bază de calcul - sau se adoptă măsuri speciale de protecție (ecrane incombustibile, trasee în afara suprafețelor vitrate etc.).

2. În cazul pozării pe construcții special amenajate, se asigură, la supratraversările căilor de circulație, gabaritele de transport din zonă, precum și gabaritul necesar vehiculelor de stingere a incendiilor (4,2 m înălțime și 3,5 m lățime). La intersecția estacadelor cu LEA se montează dispozitive de gardă sub linie, pentru a se preîntâmpina o eventuală cădere a unui conductor al liniei peste estacadă.
3. Legarea la pământ a elementelor de susținere a cablurilor se poate face folosind părțile metalice ale construcțiilor, cu excepția cazului conductelor care transportă fluide inflamabile.
4. În cazul cablurilor al căror traseu trece din pământ pe stâlpi de linii electrice sau pe ziduri cablurile se protejează mecanic conform Art. 55, alin. (4), urmărindu-se să fie amplasate ferit de zonele de circulație și, pe cât posibil, de acțiunea razelor solare; în cazul cablurilor cu înveliș exterior combustibil, acesta este curățat de materialele de protecție combustibile (iută, bitum) și apoi este protejat anticorosiv prin vopsire. La baza stâlpului se asigură o rezervă de cablu prin pozare ondulată sau în buclă.

Pozarea cablurilor în nivelurile deschise de cabluri (definite la Art. 7) se poate face cu respectarea următoarelor condiții:

- a) lățimea nivelului deschis de cabluri să nu depășească 10 m;
- b) distanțele de pozare a cablurilor, precum și distanțele de circulație și de montaj vor fi cele prevăzute la Art. 55.

VII.3 Instalarea cablurilor în pământ

VII.3.1. Distanțe prescrise

Art.59. (1) Distanțele de pozare a cablurilor în șanțuri sunt cele prezentate în continuare.

Adâncimea de pozare „H” în condiții normale nu este, de regulă, mai mică de:

- a) în cazul cablurilor cu tensiune nominală până la 20 kV inclusiv.....(0,7 ÷ 0,8) m;
- b) în cazul cablurilor cu tensiune nominală peste 20 kV.....(1 ÷ 1,2) m.

Adâncimea de pozare se poate reduce până la 0,5 m în incinta stațiilor de conexiuni și de transformare, pe porțiuni scurte (sub 5 m lungime) la intrarea cablurilor în clădiri, la pozarea sub planșee de beton și la pozarea în tuburi de protecție.

Adâncimea de pozare a cablurilor pe trasee paralele sau în zona de intersecție cu linii electrice aeriene de 110 ÷ 750 kV se poate mări (până la 1,5 m), dacă rezultă necesar pentru reducerea influențelor (a se vedea și Tabelul 5, poz. 9).

Distanța liberă pe orizontală „L” între cabluri pozate în același șanț sau între cabluri pozate în șanțuri separate nu este mai mică decât valorile minime indicate în Tabelul 4.

Tabelul 4. Distanțe de siguranță ale cablurilor de energie, în cm, pe orizontală, față de alte cabluri pozate în pământ

Tipuri de cabluri	Circuite secundare	Energie: 1-20 kV	Ale altor unități (telecomunicații ¹⁾ , tracțiune urbană) sau fluxuri separate
Circuite secundare	Nenormat	10 ¹⁾	50 ²⁾
Energie: 1-20 kV	10 ¹⁾	7 ³⁾	50 ²⁾

Note:

- ¹⁾ În cazul paralelismului cu cabluri de energie de peste 1 kV, distanțele se stabilesc sau se verifică pe baza calculelor de influență conform **STAS 832**.
- ²⁾ Distanța de 50 cm se mărește la 60 cm în cazul adâncimilor de îngropare mai mari de 1,5 m.
- ³⁾ Distanța de 7 cm (între două sisteme trifazate) se mărește la 25 cm în cazul cablurilor monofazate pozate în treflă; a se vedea și Anexa 1, tabelele A.1.15 ÷ A.1.17.

(2) Distanțele de siguranță ale cablurilor de energie electrică pozate în pământ față de diverse rețele, construcții sau obiecte nu vor fi, de regulă, mai mici decât cele indicate în Tabelul 5.

VII.3.2. Reguli de pozare în pământ

Art.60. Cablurile se pozează în pământ în conformitate cu prevederile Art. 18 ÷ 20, Art. 43, Art. 53 ÷ 54 și Art. 59, cu următoarele precizări:

1. Cablurile se pozează în șanțuri între două straturi de nisip de circa 10cm fiecare, peste care se pune un dispozitiv avertizor (de exemplu, benzi avertizoare și/sau plăci avertizoare) și pământ rezultat din săpătură (din care s-au îndepărtat toate corpurile care ar putea produce deteriorarea cablurilor).

Se admite acoperirea cablurilor din șanț cu pământ prelucrat (selecționat din stratul superficial al taluzului, astfel încât granulația să nu depășească 30 mm, fără pietre, bolovani sau alte corpuri străine) și compactat prin burare până ne obține o grosime de 10 – 15 cm și o suprafață netedă și fără fisuri; stratul de deasupra dispozitivului avertizor va fi, de asemenea, bine compactat prin burare.

Utilizarea plăcilor avertizoare este recomandată în următoarele situații:

- a) în situațiile în care este necesară o protecție mecanică suplimentară (vezi Art. 33);
- b) în cazul profilelor de șanțuri cu cabluri etajate (între straturile de cabluri);
- c) deasupra manșoanelor.

Se evită pozarea cablurilor în straturi suprapuse (etajate) atât din cauza influențelor termice defavorabile, cât și a unei intervenții ulterioare dificile la cablurile inferioare. Se admite adoptarea acestui mod de pozare pe bază de justificare tehnico-economică (inclusiv calculul termic), atunci când soluția rezultă ca favorabilă față de cea de pozare într-un singur strat.

Între cablurile cu tensiuni diferite sau între cablurile de medie tensiune (de aceeași tensiune) pozate în același șanț la distanțe între ele de până la 10 cm (a se vedea Tabelul 4), se montează distanțoare (de exemplu, din mase plastice din cauciuc) amplasate pe traseu la intervale care să asigure distanțele minim prescrise între cabluri.

2. În orașe și în zone locuite, rețelele de cabluri trebuie pozate, de regulă, pe partea necarosabilă a străzilor (sub trotuare) sau în anumite condiții, în zonele verzi din cartierele de locuințe.

Cablurile pozate pe partea carosabilă a străzilor trebuie să aibă o protecție mecanică corespunzătoare.

Ordinea de așezare a cablurilor electrice sub trotuare, dinspre partea cu clădiri înspre zona carosabilă (cu păstrarea distanțelor indicate la Art. 60) este:

- a) de distribuție de joasă tensiune;
- b) cabluri de distribuție de medie tensiune;
- c) cabluri fir-pilot pentru teleconducere;
- d) cabluri de iluminat public.

După pozare, pe planul rețelei de cabluri al localității sau al incintelor industriale, se vor trece în mod obligatoriu orice modificări de traseu față de proiect.

VII.4. Instalarea cablurilor în tuburi

VII.4.1. Distanțe prescrise

Art.61. Adâncimea de pozare în pământ a tuburilor sau a blocurilor de cabluri trebuie aleasă conform condițiilor locale.

VII.4.2. Reguli de instalare a cablurilor în tuburi sau blocuri de cabluri

Art.62. (1) Adoptarea soluției de instalare a cablurilor în tuburi se face, de regulă, pe tronsoanele în care este necesar a se asigura:

- a) evitarea lucrărilor de desfacere a trotuarelor, carosabilului sau a altor suprafețe pavate sau betonate pentru eventualele intervenții ulterioare;
- b) o protecție mecanică ridicată a cablurilor.

În sensul arătat, instalarea în tuburi se utilizează, de regulă, pentru legăturile de teleconducere și de telecomunicații în localități, precum și pentru subtraversarea căilor de circulație de către cablurile de energie.

Numărul de tuburi se va stabili ținând seama de perspectiva de dezvoltare a rețelelor de cabluri în zona respectivă.

De asemenea, trecerea cablurilor din pământ prin pereții de clădiri, canale, galerii va fi protejată prin tuburi încastrate în construcții.

Cablurile cu funcțiuni diferite (de exemplu: energie, circuite secundare, telecomunicații) se instalează în tuburi diferite.

Se admite să fie instalate în același tub numai cablurile care deservește același aparat sau receptor, și numai dacă sunt asigurate condițiile de compatibilitate electromagnetică (CEM).

Este interzisă instalarea în același tub a cablurilor care se rezervă reciproc sau care alimentează aparate sau receptoare care se rezervă reciproc.

(2) Materialul tubului se alege în fiecare caz în parte, ținând seama de următoarele recomandări:

- a) tuburile din materiale termoplastice (PVC) se vor folosi în cea mai mare parte a cazurilor curente datorită avantajelor multiple pe care te prezintă: caracteristici mecanice bune, coeficient de frecare redus, rezistență la coroziune, cost redus, posibilități de livrare în lungimi importante;
- b) tuburile sau blocurile din beton, ciment sau alte materiale similare prezintă un coeficient de frecare mai mare și riscul de deteriorare a învelișului exterior al cablului; se pot folosi, cu măsuri speciale, pe porțiuni relativ scurte cu mai multe cabluri în secțiune;
- c) tuburile din oțel sau fontă se vor folosi în cazuri speciale cu eforturi mecanice foarte mari; nu necesită încastrări de protecție.

Datorită naturii magnetice a tubului nu se instalează cablul monopolar aparținând unei singure faze într-un tub (a se vedea și Art. 47).

(3) Diametrul tubului trebuie să permită tragerea cablurilor fără risc de gripate. Raportul dintre diametrul interior al tubului și diametrul exterior al unui cablu trebuie să fie:

- a) minimum 2,8 - în cazul tragerii a trei cabluri monofazate în același tub;
- b) minimum 1,5 - în cazul tragerii unui singur cablu în tub.

(4) Traseul parcursului în tub (lungimea, schimbările de direcție, razele de curbura) nu trebuie să conducă la solicitări de tracțiune dăunătoare cablului în timpul tragerii.

Metodele de calcul al efortului de tragere și valorile tracțiunii admise pentru diferitele tipuri de cabluri sunt indicate în Anexa 6.

(5) La dispunerea tuburilor se respectă următoarele prevederi:

- a) racordarea tuburilor între ele trebuie să fie realizată fără bavuri sau asperități care să conducă la deteriorarea cablului.
- b) în cazul subtraversării căilor de circulație, trebuie să se asigure rezistența mecanică și stabilitatea necesară; se verifică ca tuburile în care sunt instalate cabluri monofazate să nu fie înconjurate de armături metalice.
- c) extremitățile tuburilor se obturează, cu interpunerea, în cazul cablurilor nearmate, a unui strat elastic între cablu și materialul de obturare.

VII.5. Instalarea cablurilor pe trasee speciale

VII.5.1. Instalarea cablurilor sub apă

Art.63. La instalarea cablurilor sub apă se respectă următoarele prevederi:

1. La subtraversarea râurilor, canalelor navigabile, canalelor hidrotehnice, lacurilor etc., cablurile trebuie pozate în zone supuse cât mai puțin la eroziune;
2. Se interzice pozarea cablurilor în zona debarcaderelor, danelor de acostare în porturi, în porturi de transbordare cu bacuri sau în locurile de parcare pentru iernare a vapoarelor și a șlepurilor,
3. Pozarea cablurilor trebuie făcută pe fundul apei în așa fel, încât în porțiunile accidentate ale fundului apei cablurile să nu rămână suspendate; bancurile de nisip, pragurile de nisip, pragurile de piatră și alte obstacole subacvatice de pe traseu trebuie ocolite sau trebuie amenajate în ele tranșee sau treceri;

Tabelul 5. Distanțe de siguranță ale cablurilor pozate în pământ față de diverse rețele, construcții sau obiecte.

Nr. crt.	Denumirea rețelei, construcțiilor sau obiectelor		Distanța de siguranță, m		Observații		
			în plan orizontal (apropieri)	în plan vertical (intersecții)			
1	Conducte, canale	Apă și canalizare		0,5 ^{*)}	0,25	^{*)} La adâncimi peste 1,5m distanța minimă este de 0,6m.	
2							
3		Termice	cu abur	1,5	0,5	Distanțele se măsoară până la marginea canalului termic. Ele pot fi reduse cu 50% cu măsuri de protecție termică a cablului (de exemplu, prin montarea în tub la intersecții sau prin reducerea încărcării în situații de apropiere).	
4				cu apă fierbinte	0,5		0,2
			Lichide combustibile		1,0		0,5 ^{*)}
		Gaze		0,6 ^{*)}	0,25 ^{**)}	^{*)} În cazul protejării cablurilor în tuburi, distanța se mărește la: - 1,5 m, în cazul conductelor de gaze pentru presiune joasă sau medie; - 2 m, în cazul conductelor de gaze pentru presiune înaltă. ^{**) De regulă, conducta de gaze deasupra. În caz contrar, fie conducta, fie cablul (de regulă, ultima instalație care se pozează) se introduc în tub de protecție pe o lungime de 0,8 m de fiecare parte a intersecției. Tubul va fi prevăzut în capete cu răsufători conform normativului I 6. Unghiul minim de traversare 60°.}	
5	Fundatii de clădiri		0,6	-	Cu condiția verificării stabilității construcției.		
6	Arbori (axul acestora)		1,0	-	Se admite reducerea distanței cu condiția protejării cablurilor în tuburi.		

Nr. crt.	Denumirea rețelei, construcțiilor sau obiectelor		Distanța de siguranță, m		Observații
			în plan orizontal (apropieri)	în plan vertical (intersecții)	
1	Conducte, canale	Apă și canalizare	0,5 ^{*)}	0,25	*) La adâncimi peste 1,5m distanța minimă este de 0,6m.
2					
3		cu abur	1,5	0,5	Distanțele se măsoară până la marginea canalului termic. Ele pot fi reduse cu 50% cu măsuri de protecție termică a cablului (de exemplu, prin montarea în tub la intersecții sau prin reducerea încălzirii în situații de apropieri).
		Termice cu apă fierbinte	0,5	0,2	
4		Lichide combustibile	1,0	0,5 ^{*)}	*) Distanța poate fi redusă până la 0,25m, în cazul protejării cablurilor în tuburi pe toată lungimea intersecției plus câte 0,5m pe fiecare parte.
		Gaze	0,6 ^{*)}	0,25 ^{**)}	*) În cazul protejării cablurilor în tuburi, distanța se mărește la: - 1,5 m, în cazul conductelor de gaze pentru presiune joasă sau medie; - 2 m, în cazul conductelor de gaze pentru presiune înaltă. **) De regulă, conducta de gaze deasupra. În caz contrar, fie conducta, fie cablul (de regulă, ultima instalație care se pozează) se introduc în tub de protecție pe o lungime de 0,8 m de fiecare parte a intersecției. Tubul va fi prevăzut în capete cu răsufletori conform normativului I 6. Unghiul minim de traversare 60°.
7	LEA	≤ 1kV	0,5	-	Distanța se măsoară de la marginea stâlpului sau fundației.
8		1 ÷ 20kV neutru izolat sau tratat	1,0	-	Distanța se măsoară de la conductorul extrem al LEA (protecția pe orizontală). Pentru cablurile de circuite secundare și de teleconducere, precum și pentru adoptarea unor distanțe mai reduse se vor face calcule de influență.
9		110 ÷ 400kV neutru legat la pământ	5,0	-	

Nr. crt.	Denumirea rețelei, construcțiilor sau obiectelor		Distanța de siguranță, m		Observații
			în plan orizontal (apropieri)	în plan vertical (intersecții)	
1	Conducte, canale	Apă și canalizare	0,5 ^{*)}	0,25	^{*)} La adâncimi peste 1,5m distanța minimă este de 0,6m.
2					
3		cu abur	1,5	0,5	Distanțele se măsoară până la marginea canalului termic. Ele pot fi reduse cu 50% cu măsuri de protecție termică a cablului (de exemplu, prin montarea în tub la intersecții sau prin reducerea încălzirii în situații de apropieri).
		Termice cu apă fierbinte	0,5	0,2	
		Lichide combustibile	1,0	0,5 ^{*)}	^{*)} Distanța poate fi redusă până la 0,25m, în cazul protejării cablurilor în tuburi pe toată lungimea intersecției plus câte 0,5m pe fiecare parte.
4		Gaze	0,6 ^{*)}	0,25 ^{**)}	^{*)} În cazul protejării cablurilor în tuburi, distanța se mărește la: - 1,5 m, în cazul conductelor de gaze pentru presiune joasă sau medie; - 2 m, în cazul conductelor de gaze pentru presiune înaltă. ^{**)} De regulă, conducta de gaze deasupra. În caz contrar, fie conducta, fie cablul (de regulă, ultima instalație care se pozează) se introduc în tub de protecție pe o lungime de 0,8 m de fiecare parte a intersecției. Tubul va fi prevăzut în capete cu răsufători conform normativului I 6. Unghiul minim de traversare 60°.
10	Șină de tramvai (cea mai apropiată)		2 ^{*)}	1 ^{**)}	^{*)} Se admite reducerea până la 1m în cazul cablurilor cu înveliș din PVC sau pozate în tuburi. ^{**)} Cablurile se montează în tuburi de protecție: unghi minim de traversare 60° (recomandat 75° ÷ 90°).

Nr. crt.	Denumirea rețelei, construcțiilor sau obiectelor		Distanța de siguranță, m		Observații
			în plan orizontal (apropieri)	în plan vertical (intersecții)	
1	Conducte, canale	Apă și canalizare	0,5 ^{*)}	0,25	*) La adâncimi peste 1,5m distanța minimă este de 0,6m.
2					
3		cu abur	1,5	0,5	Distanțele se măsoară până la marginea canalului termic. Ele pot fi reduse cu 50% cu măsuri de protecție termică a cablului (de exemplu, prin montarea în tub la intersecții sau prin reducerea încărcării în situații de apropieri).
		Termice cu apă fierbinte	0,5	0,2	
4		Lichide combustibile	1,0	0,5 ^{*)}	*) Distanța poate fi redusă până la 0,25m, în cazul protejării cablurilor în tuburi pe toată lungimea intersecției plus câte 0,5m pe fiecare parte.
		Gaze	0,6 ^{*)}	0,25 ^{**)}	*) În cazul protejării cablurilor în tuburi, distanța se mărește la: - 1,5 m, în cazul conductelor de gaze pentru presiune joasă sau medie; - 2 m, în cazul conductelor de gaze pentru presiune înaltă. **) De regulă, conducta de gaze deasupra. În caz contrar, fie conducta, fie cablul (de regulă, ultima instalație care se pozează) se introduc în tub de protecție pe o lungime de 0,8 m de fiecare parte a intersecției. Tubul va fi prevăzut în capete cu răsufletori conform normativului I 6. Unghiul minim de traversare 60°.
11	Căi ferate neelectrificate	Uzinale	1	1 ^{*)}	*) Unghi minim de traversare 75°. Cablurile vor fi protejate în tuburi până la limita zonei de expropriere, dar minimum 2m de la șina externă.
12		SNCFR	3	2 ^{*)}	

Nr. crt.	Denumirea rețelei, construcțiilor sau obiectelor		Distanța de siguranță, m		Observații
			în plan orizontal (apropieri)	în plan vertical (intersecții)	
1	Conducte, canale	Apă și canalizare	0,5 ^{*)}	0,25	*) La adâncimi peste 1,5m distanța minimă este de 0,6m.
2					
3		cu abur	1,5	0,5	Distanțele se măsoară până la marginea canalului termic. Ele pot fi reduse cu 50% cu măsuri de protecție termică a cablului (de exemplu, prin montarea în tub la intersecții sau prin reducerea încărcării în situații de apropieri).
		Termice cu apă fierbinte	0,5	0,2	
4		Lichide combustibile	1,0	0,5 ^{*)}	*) Distanța poate fi redusă până la 0,25m, în cazul protejării cablurilor în tuburi pe toată lungimea intersecției plus câte 0,5m pe fiecare parte.
		Gaze	0,6 ^{*)}	0,25 ^{**)}	*) În cazul protejării cablurilor în tuburi, distanța se mărește la: - 1,5 m, în cazul conductelor de gaze pentru presiune joasă sau medie; - 2 m, în cazul conductelor de gaze pentru presiune înaltă. **) De regulă, conducta de gaze deasupra. În caz contrar, fie conducta, fie cablul (de regulă, ultima instalație care se pozează) se introduc în tub de protecție pe o lungime de 0,8 m de fiecare parte a intersecției. Tubul va fi prevăzut în capete cu răsufletori conform normativului I 6. Unghiul minim de traversare 60°.
13	Căi ferate electrificate	Uzinale	1,5 ^{*)}	**)	*) Cu măsuri de protecție pentru cabluri - Idem, dar minim 3m. *)
14		SNCFR	10 ^{*)}	**) de protecție pentru	*) Se admite reducerea până la 3m pe bază de calcul, cu măsuri de protecție pentru - Traversarea la 10m de ace sau cablu de întoarcere**) - 1,4m - tub izolat (PVC, beton etc.)

Nr. crt.	Denumirea rețelei, construcțiilor sau obiectelor		Distanța de siguranță, m		Observații
			în plan orizontal (apropieri)	în plan vertical (intersecții)	
1	Conducte, canale	Apă și canalizare	0,5 ^{*)}	0,25	*) La adâncimi peste 1,5m distanța minimă este de 0,6m.
2					
3		cu abur	1,5	0,5	Distanțele se măsoară până la marginea canalului termic. Ele pot fi reduse cu 50% cu măsuri de protecție termică a cablului (de exemplu, prin montarea în tub la intersecții sau prin reducerea încălzirii în situații de apropieri).
		Termice cu apă fierbinte	0,5	0,2	
		Lichide combustibile	1,0	0,5 ^{*)}	*) Distanța poate fi redusă până la 0,25m, în cazul protejării cablurilor în tuburi pe toată lungimea intersecției plus câte 0,5m pe fiecare parte.
4		Gaze	0,6 ^{*)}	0,25 ^{**)}	*) În cazul protejării cablurilor în tuburi, distanța se mărește la: - 1,5 m, în cazul conductelor de gaze pentru presiune joasă sau medie; - 2 m, în cazul conductelor de gaze pentru presiune înaltă. **) De regulă, conducta de gaze deasupra. În caz contrar, fie conducta, fie cablul (de regulă, ultima instalație care se pozează) se introduc în tub de protecție pe o lungime de 0,8 m de fiecare parte a intersecției. Tubul va fi prevăzut în capete cu răsufletori conform normativului I 6. Unghiul minim de traversare 60°.
15		Drumuri	0,5 ^{*)}	1 ^{**)}	*) Măsurată de la bordură spre trotuar (în localități) sau de la bordura, respectiv ampriză spre zona de protecție (în afara localităților) **) Măsurată în axul drumului; tubul de protecție va depăși bordura, respectiv ampriza, cu circa 0,5m. - Unghiul minim de

Nr. crt.	Denumirea rețelei, construcțiilor sau obiectelor		Distanța de siguranță, m		Observații
			în plan orizontal (apropieri)	în plan vertical (intersecții)	
1	Conducte, canale	Apă și canalizare	0,5 ^{*)}	0,25	*) La adâncimi peste 1,5m distanța minimă este de 0,6m.
2					
3		cu abur	1,5	0,5	Distanțele se măsoară până la marginea canalului termic. Ele pot fi reduse cu 50% cu măsuri de protecție termică a cablului (de exemplu, prin montarea în tub la intersecții sau prin reducerea încălzirii în situații de apropiere).
		Termice cu apă fierbinte	0,5	0,2	
		Lichide combustibile	1,0	0,5 ^{*)}	*) Distanța poate fi redusă până la 0,25m, în cazul protejării cablurilor în tuburi pe toată lungimea intersecției plus câte 0,5m pe fiecare parte.
4		Gaze	0,6 ^{*)}	0,25 ^{**)}	*) În cazul protejării cablurilor în tuburi, distanța se mărește la: - 1,5 m, în cazul conductelor de gaze pentru presiune joasă sau medie; - 2 m, în cazul conductelor de gaze pentru presiune înaltă. **) De regulă, conducta de gaze deasupra. În caz contrar, fie conducta, fie cablul (de regulă, ultima instalație care se pozează) se introduc în tub de protecție pe o lungime de 0,8 m de fiecare parte a intersecției. Tubul va fi prevăzut în capete cu răsuflători conform normativului I 6. Unghiul minim de traversare 60°.
					traversare 60° (recomandat 75° ÷ 90°).
16	Cabluri electrice (inclusiv tracțiune urbană și telefonie)		*)	0,5 ^{**)}	*) A se vedea Tabelul 4 **) Se admite reducerea până la 0,25m cu condiția protejării mecanice a cablului traversat, pe o

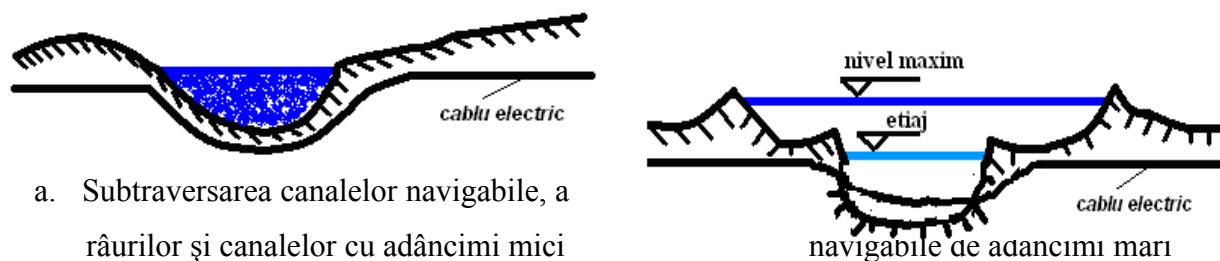
Nr. crt.	Denumirea rețelei, construcțiilor sau obiectelor		Distanța de siguranță, m		Observații
			în plan orizontal (apropieri)	în plan vertical (intersecții)	
1	Conducte, canale	Apă și canalizare	0,5 ^{*)}	0,25	*) La adâncimi peste 1,5m distanța minimă este de 0,6m.
2					
3		cu abur	1,5	0,5	Distanțele se măsoară până la marginea canalului termic. Ele pot fi reduse cu 50% cu măsuri de protecție termică a cablului (de exemplu, prin montarea în tub la intersecții sau prin reducerea încălzirii în situații de apropieri).
		Termice cu apă fierbinte	0,5	0,2	
		Lichide combustibile	1,0	0,5 ^{*)}	*) Distanța poate fi redusă până la 0,25m, în cazul protejării cablurilor în tuburi pe toată lungimea intersecției plus câte 0,5m pe fiecare parte.
4		Gaze	0,6 ^{*)}	0,25 ^{**)}	*) În cazul protejării cablurilor în tuburi, distanța se mărește la: - 1,5 m, în cazul conductelor de gaze pentru presiune joasă sau medie; - 2 m, în cazul conductelor de gaze pentru presiune înaltă. **) De regulă, conducta de gaze deasupra. În caz contrar, fie conducta, fie cablul (de regulă, ultima instalație care se pozează) se introduc în tub de protecție pe o lungime de 0,8 m de fiecare parte a intersecției. Tubul va fi prevăzut în capete cu răsufători conform normativului I 6. Unghiul minim de traversare 60°.
					distanță de 0,5m de o parte și de alta a traversării.

4. În locurile de trecere sub apă a cablului, pe ambele maluri, trebuie prevăzute rezerve cu lungimea de cel puțin 10 m la pozarea în râuri, respectiv de cel puțin 30 m la pozarea în fluvii;

5. În locurile unde albia și malul sunt supuse la eroziune trebuie luate măsuri împotriva dezvelirii cablurilor în timpul curgerii gheții și în timpul viiturilor, prin consolidarea malurilor (pavaje, diguri de abataj, piloni, palplanșe, plăci etc.);
6. Se interzic încrucișările cablurilor pozate sub apă;
7. Trecherile cablurilor sub apă trebuie marcate pe maluri cu repere (borne) de semnalizare;.
8. Pentru liniile de cabluri cu tensiuni peste 1 kV, care se pozează sub apă, se stabilește o zonă de protecție și siguranță având o lățime de 200m (câte 100 m de fiecare parte a traversării), în limitele căreia se interzic:
 - a) amenajarea debarcaderelor pentru vase și șlepurii, aruncarea ancorelor și a plaselor de pescuit, repartizarea terenurilor piscicole;
 - b) efectuarea lucrărilor de adâncire a fundului și de dragare.

Zonele de protecție și siguranță (comune), în cazul trecherilor de cabluri sub râuri, lacuri și canale navigabile, trebuie să fie marcate cu instalații de balizaj (stabilite de comun acord cu organele coordonatoare ale navigației fluviale).

9. Distanța de siguranță între cabluri cu tensiuni sub 110 kV este de 250 mm.
10. Soluția de instalare a cablurilor sub apă se stabilește în funcție de deschiderea și adâncimea traversării, conform indicațiilor din fig. 5.



a. Subtraversarea canalelor navigabile, a râurilor și canalelor cu adâncimi mici

Fig. 5. Pozarea cablurilor sub apă

Pe canalele navigabile, unde în mod periodic se execută lucrări de adâncire a fundului acestora, cablurile se coboară până la cota fixată de organizațiile transportului fluvial.

VII.5.2. Instalarea cablurilor în galeriile cu apă din instalațiile hidrotehnice

Art.64. La instalarea cablurilor în galeriile cu apă din instalațiile hidrotehnice se respectă următoarele prevederi:

1. Se consideră galerii cu apă galeriile aflate permanent sau accidental sub apă (inundabile);
2. În cazul galeriilor cu apă, nu se admite pozarea cablurilor acolo unde curentul hidraulic este prea puternic și ar putea crea solicitări mecanice asupra cablurilor sau dacă instalațiile de susținere a cablurilor ar modifica scurgerea apei;

3. Se admite pozarea cablurilor în galerii cu apă numai dacă este posibilă verificarea lor și a punctelor de suspendare, prin golirea galeriei; se recomandă evitarea manșoanelor de legătură în aceste galerii;
4. La trecerea prin pereții galeriilor cu apă, cablurile se prevăd cu dispozitive speciale de etanșare (țevi cu presetupă sau alte dispozitive asemănătoare).
5. În galeriile aflate permanent sub apă, prinderea cablurilor pe pereți se face cu bride protejate împotriva coroziunii; nu se admit rastele sau suporturi pentru mai multe cabluri în consolă;
6. În galeriile care se pot afla accidental sub apă, pozarea cablurilor se poate face pe console sau pe rastele, la fel ca și pe alte trasee, cu respectarea aceluiași reguli de montare; în cazurile în care există posibilitatea ca apa să se găsească în mișcare, se prevăd consolidări pentru traseul de cabluri;
7. În galeriile cu apă, marcarea cablurilor se face prin benzi colorate diferite;
8. Suporturile de prindere și bridele se leagă la pământ prin armătura construcției sau printr-o centură specială.

VII.5.3. Instalarea cablurilor în galerii și puțuri de acces la centrale subterane sau la alte instalații energetice subterane

Art.65. La instalarea cablurilor în galerii și puțuri de acces la centrale subterane sau la alte instalații energetice subterane se respectă următoarele prevederi:

1. Instalarea cablurilor de legătură la centralele electrice subterane sau la alte instalații energetice subterane se face, de regulă, în galeriile de cabluri destinate acestui scop (cu respectarea prevederilor de la Art. 57); se permite instalarea cablurilor și în galerii de acces (auto, pietonal sau auto și pietonal), în tuneluri cu acces public sau în puțuri de acces, cu măsurile de protecție indicate în continuare.
2. Instalarea cablurilor în galeriile de acces este permisă în următoarele condiții:
 - a) în galeriile pentru accesul autocamioanelor și în cele pentru accesul auto și al pietonilor nu se admite instalarea cablurilor decât dacă traseul acestora este separat de calea rutieră, cu pereți sau membrane de protecție rezistente la acțiuni mecanice și la foc (1,5 ore) sau dacă traseul este ferit de deteriorări mecanice; în cazul realizării acestor separații, la instalare se respectă indicațiile de la Art. 55;
 - b) în galeriile pentru accesul persoanelor se admite instalarea cablurilor, cu respectarea indicațiilor de la Art. 55, cu precizarea că, în cazul în care lungimea galeriei (a unui tronson de galerie) depășește 100 m, lățimea spațiului de circulație pe lângă console sau rastele va fi de minimum 1500 mm.

3. În tuneluri sau în alte spații similare cu acces public se admite pozarea cablurilor numai cu condiția luării de măsuri de protecție suplimentare (de exemplu: pozarea cablurilor în nișe, este necesară separarea traseelor de cabluri cu plase de sârmă etc.); în cazul unor fluxuri mari de cabluri pozate în spații în care există pericol de incendiu, se prevăd și protecții (închideri) prin elemente rezistente la foc 1,5 ore, dacă în spațiul respectiv nu sunt prevăzute instalații automate de semnalizare sau instalații de stingere a incendiilor.
4. În puțurile de acces cu scări sau lift, se permite instalarea cablurilor pe rastele special amenajate în acest scop și cu măsuri de separare cu elemente rezistente la foc 1,5 ore.

VIII. AMENAJĂRI CONSTRUCTIVE ȘI INSTALAȚII ANEXE ÎN GOSPODĂRIILE DE CABLURI

VIII.1. Reguli privind realizarea gospodăriilor de cabluri

VIII.1.1. Condiții generale

Art.66. Realizarea gospodăriilor de cabluri trebuie să respecte următoarele condiții generale:

1. Construcțiile (încăperile) rețelelor și gospodăriilor de cabluri se proiectează având în vedere și viitoarele extinderi; se recomandă ca în situațiile în care nu sunt extinderi previzibile, construcțiile să asigure pozarea suplimentară a 15% din cablurile prevăzute inițial.
2. Mărimea fiecărei încăperi pentru cabluri este determinată, de regulă, astfel încât să nu depășească:
 - suprafața de 700 m² - la poduri și subsoluri pentru cabluri;
 - lungimea de 100 m - la tuneluri și galerii pentru cabluri (pentru fiecare tronson);
 - înălțimea de 25 m - la puțuri pentru cabluri.

De la prevederile de mai sus fac excepție tunelurile, galeriile și puțurile pentru cabluri din amenajările hidrotehnice subterane, a căror lungime, respectiv înălțime nu se normează.

Se admite ca subsolurile pentru cabluri să fie compartimentate în încăperi de cel mult 2000 m², iar în cazuri excepționale, justificate, de cel mult 4000 m². Subsolurile pentru cabluri cu o suprafață mai mare de 2000 m² sunt prevăzute cu căi suplimentare de acces pentru mașinile de intervenție pentru stingerea incendiilor.

3. Construcțiile pentru cabluri (poduri, subsoluri, puțuri și tuneluri) sunt separate de alte încăperi adiacente prin elemente incombustibile cu limita minimă de rezistență la foc conform Tabelului 6.
4. Galeriiile (tunelurile), puțurile și podurile de cabluri trebuie să fie accesibile numai personalului de deservire a instalațiilor electrice.

Tabelul 6.

Nr. crt.	Condiția de separare	Limita de rezistență la foc		
		<i>pereți</i>	<i>planșee</i>	<i>uși, trape, obloane etc.</i>
1	<i>Separări față de încăperi sau spații:</i>	3 h	1 h 30'	1 h 30'
	a) cu pericol de incendiu	Conform notei 1		
	b) fără pericol de incendiu	Conform notei 1		
2	Separări în interiorul construcțiilor de cabluri (conform notei 2) sau față de spații cu echipament electric, suprafața fiecărei încăperi de cablu fiind:			
	a) mai mare de 700 m ²	3h	1 h 30'	1 h 30'
	b) între 400m ² și 700 m ²	1 h 30'	1 h 30'	45'
	c) până la 400 m ²	1 h 30'	1 h 30'	15'
3	<i>Spre exterior (conform notei 3)</i>	1 h 30'	1 h 30'	nenormal

Note:

- 1) *Limita de rezistență la foc a elementelor de separare a încăperilor de cabluri față de spații fără pericol de incendiu se va adopta în funcție de densitatea sarcinii termice din încăperea de cabluri, importanta spațiilor adiacente și pericolul pentru viața oamenilor.*
 - 2) *Porțiunile de canalizări verticale (puțuri) sau foarte înclinate vor fi prevăzute la capetele lor cu închideri rezistente la foc de minimum 1 oră și 30 de minute. Suplimentar, puțurile - cu excepția celor din amenajările hidrotehnice subterane - vor fi prevăzute cu separări transversale la fiecare palier, dar nu mai mult de în m, rezistente la foc 30 minute, care vor obtura complet secțiunea. Golurile de acces în aceste spații (uși, trape) vor fi protejate cu clemente rezistente la foc minimum 30 minute.*
 - 3) *În cazul în care în exterior există construcții sau instalații la distanțe care impun alte condiții decât cele din tabel, vor fi respectate prescripțiile specifice acestor construcții și instalații sau se vor lua măsuri suplimentare de proiectie.*
5. Construcțiile pentru cabluri (cele cu spații circulabile) trebuie să fie prevăzute cu cel puțin două căi de acces. Numărul și dispunerea căilor de acces se determină astfel, încât lungimea traseului din orice punct al încăperii la o ieșire să nu depășească 50 m, cu excepția tunelurilor, galeriilor și puțurilor din centralele hidrotehnice subterane la care căile de acces se realizează, de regulă, numai la capete.
- Una dintre căile de acces, și anume aceea care servește la evacuare, se poate realiza prin plafon, prin chepeng sau trapă sau direct spre exterior, eventual la o scară de incendiu.
- Se admite realizarea unei singure căi de acces în următoarele cazuri:
- a) la tuneluri, subsoluri sau poduri de cabluri cu o lungime de evacuare maximă de 10m;
 - b) la puțuri pentru cabluri cu o înălțime mai mică de 6 m.

6. Se interzice construirea de căi de acces sau guri de vizitare în zonele în care există pericol de inundare cu apă, păcură, ulei sau alte fluide.
7. Ușile construcțiilor pentru cabluri se confecționează din materiale incombustibile (metalice), cu limită de rezistență la foc conform Art. 66, lit. c) de mai sus; deschiderea ușilor se realizează în sensul normal de evacuare indicat în proiect (a se vedea și Art. 85). În vederea facilitării evacuării din construcțiile pentru cabluri ușile de evacuare se prevăd cu sisteme de închidere care nu necesită cheie de închidere din interiorul construcției (exemplu, sistem yale).
8. Pe fluxurile care conțin cabluri cu întârziere la propagarea flăcării, care în mănunchi nu satisfac condițiile cerute de standardul SR CEI 332-3, se prevăd separări transversale rezistente la foc cel puțin 20 minute, pentru limitarea propagării flăcării, dispuse la distanțe de cel mult 25 m și la ramificațiile din fluxurile principale.

Se admite renunțarea la prevederea separărilor transversale menționate mai sus, dacă se prevăd alte măsuri împotriva propagării flăcării (de exemplu, acoperii cu vopsele care măresc rezistența la foc a cablului).

Separările transversale împotriva propagării focului se prevăd la toate cablurile situate în aceeași secțiune transversală a fluxului de cabluri și se execută conform detaliilor tipizate.

9. Golurile pentru trecerea cablurilor prin planșee, pardoseli sau pereți, inclusiv cele prevăzute pentru extindere vor fi etanșate în vederea evitării propagării flăcărilor, trecerii fumului sau a gazelor. Limita de rezistență la foc a elementelor de etanșare a golurilor trebuie să fie cel puțin egală cu cea a elementului străbătut. La canalele de cabluri protejerea golurilor se va face la intrarea în construcție și la ramificațiile din canalele principale.
10. Ca regulă generală, în condițiile respectării pe traseul cablului (exceptând unele încrucișări) a distanțelor minime între rastele de cabluri prevăzute la Art. 55, nu se recomandă montarea de plăci de protecție între rastele, întrucât acestea împiedică răcirea normală a cablurilor, reduc eficiența stropirii, în cazul instalațiilor de stingere cu apă pulverizată, și se deteriorează ușor la manipulări de cabluri sau la temperaturi ridicate.
11. Se iau măsuri pentru evitarea pătrunderii unor eventuale scăpări de ulei în canalele de cabluri de la aparate care conțin o cantitate de ulei mai mare de 60 kg pe cuvă și la distanțe mai mici de 5 m între marginea canalului și axul aparatului prin colectoare, praguri de reținere a scurgerilor de ulei accidentale, reborduri la canale etc.
12. În construcțiile pentru cabluri se asigură spații necesare pentru supraveghere, întreținere și intervenții în caz de incendiu; de la caz la caz, se asigură și spații pentru amplasarea instalațiilor speciale de stingere a incendiilor sau spații de acces a mașinilor de intervenție

pentru stingerea incendiilor (a se vedea și Art. 79); în timpul montajului și exploatării, se interzice ca aceste spații să fie ocupate cu orice fel de echipamente sau materiale de montaj sau exploatare.

13. La punerea în funcțiune a unui obiectiv trebuie să fie în funcțiune toate instalațiile de iluminat, de ventilație, de stingere și semnalizare a incendiilor aferente gospodăriilor de cabluri;
14. Construcțiile speciale de cabluri în care pot apărea infiltrații de apă, în special cu agresivitate mărită, trebuie să fie prevăzute cu posibilități de drenare și de evacuare a acestora.

VIII.1.2. Amenajarea galeriilor (tunelurilor) și a canalelor de cabluri

Art.67. La amenajarea galeriilor (tunelurilor) și canalelor de cabluri se respectă următoarele prevederi:

1. Instalarea cablurilor în galeriile și canalele de cabluri se va face cu respectarea distanțelor menționate la Art. 55 și a regulilor indicate la Art. 57, lit. b.
2. În obiective industriale se recomandă folosirea canalelor de cabluri cu dimensiuni tipizate; canalele de cabluri pot fi prefabricate în zona unde acest lucru este posibil și economic (canalizări lungi); se evită canalele de cabluri cu adâncimi, respectiv lățimi mai mari de 1200 mm.
3. Pentru cablurile de comandă și control se pot construi canale de cabluri prefabricate fără rastele, în care cablurile sunt pozate în straturi suprapuse.
4. De regulă, nu se construiesc canale de cabluri sub celulele interioare de medie și înaltă tensiune și sub panourile și dulapurile de distribuție de joasă tensiune sau cele de comandă și control; canalele de cabluri se amplasează, de regulă, în fața sau în spatele celulelor, panourilor sau dulapurilor; intrarea cablurilor din canale la acestea se face prin țevi de protecție montate pe pereții canalului sau prin mici canale de derivație, precum și prin fante; toate trecerile se etanșează față de canalul principal.

Tablourile capsulate confecționate din materiale incombustibile precum și stelaje cu echipamente care deserveșc un singur circuit primar, pot fi amplasate deasupra canalelor de cabluri acoperite.

Se permite amplasarea canalelor de cabluri parțial și sub celule și panouri, cu condiția asigurării unei bune separații între celule (panouri) și canalul de cabluri prin planșee rezistente la foc, cu trecerile de cabluri bine etanșate împotriva propagării, conform Art. 66, lit. i.

5. La proiectarea plăcilor de acoperire a canalelor de cabluri se au în vedere următoarele cerințe:

- a) plăcile trebuie să reziste la sarcinile ce apar în exploatare normală în zona respectivă; pentru transportul unor piese mai grele, se vor realiza consolidări provizorii în zona de traversare;
- b) plăcile se realizează din materiale incombustibile;
- c) greutatea plăcilor și construcția lor trebuie să permită o manipulare ușoară de către un singur om sau, în mod excepțional, de către doi oameni; în cazul canalelor cu lățimi foarte mari (peste 1,2 m) se admite ca greutatea plăcilor să fie mai mare (până la 120 kg), cu condiția prevederii de mănere pentru manipulări și a unei dale ușoare (maximum 30 kg), la intervale de maximum 15 m, pentru controale și intervenții rapide.

Plăcile de acoperire a canalelor se realizează, de preferință, astfel:

- a) din tablă striată: în încăperi sau zone fără pericol de incendiu;
 - b) din dale de beton armat: în exterior, precum și în încăperi sau zone cu pericol de incendiu.
- 6. În cazul canalelor de cabluri care se construiesc în exteriorul clădirilor și care sunt amplasate deasupra nivelului apelor subterane (freatice) se admite ca fundul canalului să fie din pământ bătătorit și acoperit cu un strat de drenaj din pietriș.
 - 7. Galeriele (tunelurile) și canalele de cabluri așezate sub nivelul apelor subterane (freatice) trebuie să aibă pereții și radierile dintr-un material impermeabil sau hidroizolant.
 - 8. Radierele canalelor, galeriilor, precum și ale blocurilor de cabluri trebuie să aibă o pantă în direcția drenajelor de cel puțin 0,5%; radierele nu trebuie să aibă praguri, ieșituri sau alte obstacole constructive similare care să îngreueze scurgerile, ventilația sau să împiedice circulația liberă a personalului de exploatare.
 - 9. La obiectivele amplasate în subteran nu trebuie utilizate galerii de cabluri în scopul vehiculării aerului de ventilație necesar altor spații decât cel al galeriei de cabluri respective.

VIII.1.3. Amenajarea podurilor și a subsolurilor de cabluri

Art.68. La amenajarea podurilor și subsolurilor de cabluri se respecta următoarele prevederi:

- 1. Instalarea cablurilor în podurile și subsolurile de cabluri se face cu respectarea distanțelor stabilite la Art. 55 și a regulilor de la Art. 57, lit. a.
- 2. Pentru realizarea, în cadrul podurilor și a subsolurilor de cabluri, de fluxuri separate de cabluri, se pot prevedea compartimentări între fluxuri cu pereți având rezistență la foc de minimum 1,5 ore.

3. Pentru a evita aglomerările fluxurilor de cabluri în zonele de ieșire din podurile de cabluri, se recomandă construirea unui număr suficient de puțuri, goluri și fante de ieșire, amplasate corespunzător.

VIII.1.4. Amenajarea puțurilor de cabluri

Art.69. La amenajarea puțurilor de cabluri se respectă următoarele reguli:

1. Se recomandă ca puțurile de cabluri care trec prin mai multe niveluri să fie prevăzute cu uși de vizitare în dreptul fiecărui nivel (a se vedea și Art. 66, lit. c).
2. În interiorul puțurilor de cabluri, în dreptul ușilor de vizitare, se montează platforme de montaj din tablă striată, grătare sau beton.
3. Spațiul liber pentru montaj trebuie să fie de cel puțin 700 mm, măsurat pe orizontală.
4. În cazul puțurilor care nu au acces la fiecare nivel sau când distanța dintre două uși de vizitare este mai mare de 6 m, se montează pentru acces scări de intervenție verticale, fixate pe pereții interiori ai puțului.

VIII.1.5. Amenajarea căminelor de cabluri

Art.70. La amenajarea căminelor de cabluri se respectă următoarele reguli:

1. Căminele pentru tragerea cablurilor în tuburi trebuie realizate din beton sau cărămidă; în cazul în care există cel mult 10 cabluri, trecerea cablurilor din blocurile de cabluri sau din tuburi în pământ poate fi realizată în cămine săpate direct în pământ și umplute ulterior cu argilă impermeabil.
2. Capacele căminelor de cabluri trebuie să corespundă sarcinii ce poate să apară în mod normal pe capac (pentru situații speciale se vor executa consolidări).
3. În podeaua căminului trebuie amenajai un puț colector pentru colectarea apelor subterane și a celor provenite din ploi torențiale; de asemenea, în cămine mari de cabluri trebuie prevăzută o instalație de golire.
4. Căminul de cabluri trebuie prevăzut cu una sau două scări metalice.

VIII.2. Reguli privind iluminarea gospodăriilor de cabluri

VIII.2.1. Tipuri de iluminat

Art.71. Încăperile de cabluri sunt prevăzute cu:

- a) iluminat normal de lucru,
- b) iluminat de siguranță pentru continuarea lucrului, pentru intervenții și pentru evacuare.

Iluminatul de siguranță pentru continuarea lucrului se prevede în camerele de comandă, stații electrice, cabine de relee, grup Diesel și alte încăperi cu receptoare, în care se află construcții speciale de

cabluri.

Iluminatul de siguranță pentru intervenție se prevede în locurile în care sunt montate vane, robinete și dispozitive de comandă și control ale unor instalații sau utilaje care trebuie acționate în caz de incendiu în gospodăria de cabluri.

Iluminatul de siguranță de evacuare asigură iluminatul punctelor de acces și evacuare în cazul stingerii accidentale a iluminatului normal.

În cazul galeriilor (tunelurilor) și puțurilor de cabluri, cu excepția celor din centralele hidroelectrice subterane, se admite ca în locul iluminatului de siguranță de evacuare să se utilizeze lămpi portative cu acumulator.

VIII.2.2. Tensiuni de alimentare a corpurilor de iluminat

Art.72. Tensiunile de alimentare a corpurilor de iluminat sunt cele indicate în **STAS 2612**, în funcție de tipul iluminatului (fix, portabil), de amplasarea corpurilor de iluminat, de gradul de pericol al locului de instalare și de măsurile de protecție prevăzute împotriva electrocutării.

VIII.2.3. Nivelul mediu de iluminare

Art.73. Nivelul mediu de iluminare trebuie să respecte următoarele reguli:

a) Iluminatul normal de lucru:

1. în poduri și în subsoluri de cabluri:

- în general20 lx

- în zona repartitoarelor sau a echipamentelor electrice admise a fi montate conform Art. 57, lit. a.....150 lx

2. în galerii și în puțuri de cabluri20 lx

b) Iluminatul de siguranță:

1. pentru continuarea lucrului după necesitate

2. pentru evacuare (la nivelul pardoselii căilor de evacuare) 0,3 lx

VIII. 2 .4. Comanda iluminatului

Art.74. Comanda iluminatului trebuie să se facă după următoarele reguli:

a) în cazul iluminatului normal de lucru, comanda se face din exteriorul încăperilor, galeriilor sau puțurilor de cabluri, de regulă, de lângă intrările în aceste încăperi;

b) în cazul iluminatului de siguranță, comanda se realizează automat la căderea iluminatului normal de lucru.

VIII.3. Reguli privind ventilarea gospodăriilor de cabluri

VIII. 3.1. Ventilarea tehnologică

Art.75. Proiectarea instalațiilor de ventilare tehnologice se face conform Normativului pentru proiectarea și executarea instalațiilor de ventilare - I 5.

În cazul în care se adoptă soluția de ventilare tehnologică prin lăsarea deschisă a ușilor dintre diverse compartimente de cabluri, este necesar ca în situația de incendiu să se comande automat închiderea lor (de exemplu, prin semnale primite de la detectoarele de incendiu montate în zona respectivă sau prin declanșarea unor legături fuzibile).

În încăperile și galeriile de cabluri trebuie asigurată o ventilare corespunzătoare a cablurilor, astfel încât să nu se depășească, în regim de durată, temperatura maximă de lucru a conductoarelor indicată în Anexa 1, pe tipuri de cabluri.

Valoarea maximă a temperaturii ambiante se stabilește pe bază de calcul tehnico-economic, ținând seama pe de o parte de costul majorării secțiunii conductoarelor cablului la depășirea temperaturii ambiante de calcul de +30 °C, iar pe de altă parte de costul instalației de ventilare.

Valoarea maximă a temperaturii ambiante nu va fi, de regulă, mai mare de +40°C.

VIII. 3.2. Ventilarea de avarie

Art.76. În construcțiile speciale închise pentru cabluri și anume: tuneluri, subsoluri sau poduri de cabluri blindate (fără ferestre) care au o arie mai mare de 700 m² și subsoluri sau poduri de cabluri (cu ferestre) cu arii libere mai mari de 10400 m², se prevăd dispozitive de evacuare directă în exterior a turnului și gazelor fierbinți rezultate în caz de incendiu. Dispozitivele trebuie să aibă suprafața liberă însumată de cel puțin 0,2% din aria spațiului sau compartimentul respectiv.

În cazurile în care rezultă ca fiind necesar atât sistemul de ventilare tehnologică, cât și cel de avarie, acestea pot fi realizate într-un singur sistem de ventilație care să asigure condițiile de dimensionare prevăzute la Art. 75 și 76.

Ventilarea se asigură, de regulă, pe cale naturală în cazul în care, datorită amplasamentului încăperilor pentru cabluri sau al traseelor de introducere sau evacuare, se va prevedea montarea unei instalații de ventilare mecanică, realizată corespunzător temperaturii gazelor ce trebuie evacuate în caz de incendiu (ventilatoarele vor fi amplasate în afara încăperilor deservite).

În situația în care sistemul de ventilare este comun pentru mai multe încăperi legate tehnologic între ele, se vor lua măsuri care să împiedice propagarea focului sau fumului dintr-o încăpăre în alta. Comanda ventilării mecanice trebuie să se facă din afara încăperii de cabluri, prin butoane amplasate în apropierea intrărilor în încăpăre și în camera de comandă.

Cablurile pentru alimentarea ventilatoarelor de avarie se pozează astfel, încât să nu fie afectate de un eventual incendiu în încăperile pe care le deservesc.

IX. DOTAREA GOSPODĂRIILOR DE CABLURI CU MIJLOACE ȘI INSTALAȚII DE PREVENIRE ȘI STINGERE A INCENDIILOR

IX.1. Criterii de dotare a gospodăriilor de cabluri cu mijloace și instalații de prevenire și stingere a incendiilor

Art.77. Prevederea mijloacelor și instalațiilor de prevenire și stingere a incendiilor în gospodăriile de cabluri se face diferențiat, respectând prevederile din normele generale de protecție împotriva incendiilor și din normele de dotare având în vedere importanța obiectivelor, deservite și concentrarea de cabluri în încăperile respective, ținând seama de prevederile din acest capitol.

Art.78. La încăperile normale pentru cabluri se prevăd, conform normelor departamentale de dotare împotriva incendiilor, următoarele mijloace și instalații de prevenire și stingerea incendiilor:

- a) mijloace de primă intervenție pentru stingerea începuturilor de incendiu;
- b) hidranți de incendiu, la obiectivele prevăzute cu instalații de apă de incendiu, amplasați în afara încăperilor de cabluri; țevile de refulare ale hidranților utilizați pentru stingerea incendiilor în gospodăriile de cabluri vor fi echipate cu utilaje de pulverizare;
- c) butoane de semnalizare manuală a incendiilor la obiectivele prevăzute ai instalații de semnalizare a incendiilor.

Art.79. La încăperile închise de cabluri (Art. 7) din cadrul gospodăriilor importante se prevăd, în plus față de mijloacele și instalațiile menționate la Art. 78 și următoarele:

- a) instalații de semnalizare automată a incendiilor: în cazul încăperilor de cabluri cu suprafețe mai mari de 2000 m², se prevăd legături de comunicație directe, prin telefon sau radio, de lângă aceste încăperi la încăperea unde se află centrala de semnalizarea a incendiilor.
- b) instalații speciale de stingere pe fluxurile de cabluri; se aplică la fluxurile de cabluri care au materiale combustibile mai mult de 3,5 litri/m.

În încăperile cu cabluri cu o suprafață mai mare de 2000 m² trebuie să se asigure și posibilitatea stingerii incendiilor cu mașini de intervenție.

Art.80. În cazuri justificate, în podurile de cabluri de sub camerele de comandă din gospodăriile importante de cabluri se pot prevedea numai mijloace inițiale de stingere (stingătoare) și stingere cu apă de la hidranți (fără instalații speciale de stingere a incendiilor) atunci când sunt îndeplinite următoarele condiții:

- a) nu se periclitează viața oamenilor datorită întreruperilor alimentării cu energie electrică;
- b) este asigurată deservirea locală pentru continuarea sau reluarea lucrului ori oprirea în condiții de siguranță a utilajelor.

În cazul în care în podul de cabluri sunt structuri metalice de rezistență (stâlpi, grinzi) neprotejate la foc, trebuie să se prevadă o instalație fixă de stingere cu apă pulverizată, astfel încât să se evite afectarea structurilor metalice respective (temperatura maximă 300°C).

Art.81. În încăperile tehnologice, în canalele de cabluri și la pozarea aeriană în exteriorul construcției, stabilirea mijloacelor și instalațiilor pentru prevenirea și stingerea incendiilor la cablurile electrice se face ținând seama și de cele stabilite pentru restul de instalații din spațiile respective.

Nivelurile deschise și estacadele pentru cabluri se dotează cu mijloacele și instalațiile de prevenire și stingere a incendiilor menționate la Art. 78, lit. a și lit. b.

Art.82. Gospodăriile de cabluri în funcțiune, la care din cauze tehnice nu este posibilă aplicarea întocmai a prevederilor din prezentul normativ, referitoare la prevenirea și stingerea incendiilor, pot continua să funcționeze sau pot fi puse în funcțiune numai cu luarea următoarelor măsuri:

- a) aplicarea în construcțiile de cabluri de separări transversale pe fluxurile de cabluri sub limita prevăzută la Art. 66, lit. h;
- b) protejarea cablurilor împotriva propagării flăcării, conform Art. 35, lit. a și 66, lit. h;
- c) dotarea gospodăriilor de cabluri în funcțiune cu mijloacele de prevenire și de stingere a incendiilor, prevăzute în Normele de prevenire și stingere a incendiilor - PE 009.

IX.2. Instalații de semnalizare

Art.83. Instalațiile de semnalizare automată a incendiilor se realizează cu detectoare de fum sau de temperatură; detectoarele de temperatură se prevăd numai în cazul în care nu sunt condiții de funcționare normală pentru detectoarele de fum.

Art.84. Centrala de semnalizare se amplasează, după caz, la formația civilă de pompieri sau într-o încăpere unde există în permanență personal de tură care are în atribuții și deservirea gospodăriei de cabluri, ca de exemplu: în camera de comanda, de dispecer etc.

Art.85. Între încăperea în care se amplasează centrala de semnalizare și formația civilă de pompieri se asigură alarmarea automată și se realizează legături de comunicație directe prin telefon, radio sau alte mijloace.

IX.3. Instalații speciale de stingere a incendiilor

Art.86. În gospodăriile de cabluri se realizează următoarele tipuri de instalații speciale de stingere a incendiilor :

- a) instalații fixe de stingere cu apă pulverizată;

- b) instalații de stingere cu spumă cu coeficient mare de înfoiere (de peste 400:1); în cazul unor fluxuri mici de cabluri așezate concentrat pe pardoseală sau pe perete, se pot utiliza și spume cu coeficient mediu de înfoiere;
- c) instalații de stingere cu bioxid de carbon, în spații cu volum limitat; folosirea altor soluții de prevenire și stingere a incendiilor în gospodăriile de cabluri poate fi adoptată, de la caz la caz, numai cu aprobarea forului tutelar al unității beneficiare și numai în cazurile în care acele soluții prezintă o eficiență tehnico-economică și condiții de siguranță corespunzătoare față de cele prevăzute în prezentul normativ.

Art.87. Punerea în funcțiune a instalațiilor de stingere se face, de regulă, manual (local și/sau de la distanță), numai după verificarea corectei semnalizări a începutului de incendiu și stabilirea cat mai exactă a zonei unde s-a produs incendiul.

Instalațiile de stingere sunt astfel concepute, încât să se asigure punerea în funcțiune a acestora de către personalul de deservire într-un timp care, de regulă, să nu depășească 5 minute din momentul semnalizării începutului de incendiu și până la începerea operației de stingere.

Art.88. Punerea în funcțiune a instalațiilor se face din afara încăperilor afectate, și anume din locuri care prezintă siguranță pentru personalul de deservire sau din încăperi special amenajate în acest scop. Pentru instalațiile de stingere cu spumă se asigură posibilități de racordare la instalația de alimentare cu apă și cu energie electrică în cazul generatoarelor cu acționare electrică.

Cablurile de alimentare a generatoarelor se pozează pe trasee separate de încăperea sau încăperile de cabluri protejate.

Cablurile de alimentare a pompelor care deservește instalațiile fixe de stingere cu apă pulverizată se pozează cu respectarea prevederilor din Normativul privind proiectarea și executarea instalațiilor electrice la consumatori cu tensiuni până la 1000V - I 7.

Art.89. Stabilirea numărului de generatoare cu spumă și dimensionarea instalației de alimentare cu apă se face astfel, încât să se asigure umplerea cu spumă a întregului compartiment de cabluri într-un timp care, de regulă, nu va depăși 5 minute, în cazuri justificate, și anume în subsoluri sau poduri mari de cabluri, se admite ca acest timp să fie de cel mult 10 minute.

Art.90. În construcțiile în care există prevăzute instalații de aer comprimat, se recomandă ca încercările profilactice ale instalațiilor fixe de stingere cu apă pulverizată să se facă cu aer comprimat în acele încăperi pentru cabluri care conțin și echipamente electrice de tipul admis la Art. 57. lit. a sau sunt situate deasupra unor încăperi cu echipament electric.

Art.91. Mijloace de primă intervenție și hidranți de incendiu. Dotarea gospodăriei de cabluri cu mijloace de primă intervenție și hidranți se face în conformitate cu Normele de prevenire și stingere a incendiilor - PE 009.

X. ACCESORII PENTRU CABLURI. MARCAREA ȘI ÎNCERCAREA CABLURILOR

X.1. Terminale și manșoane

Art.92. Terminalele și manșoanele trebuie să asigure protecția cablurilor împotriva pătrunderii umezelii și a altor substanțe cu acțiune nocivă din mediul înconjurător.

Art.93. Terminale și manșoanele de legătură și de derivație ale cablurilor trebuie să reziste la tensiunile de încercare prescrise pentru cabluri.

Art.94. Manșoanele de legătură ale cablurilor trebuie să asigure:

- a) continuitatea perfectă a conductoarelor din cablu;
- b) continuitatea circulației de ulei la cablurile cu ulei sub presiune;
- c) continuitatea electrică a mantalei metalice și a mantalei de plumb și a conductoarelor (din aluminiu sau cupru);
- d) continuitatea electrică a benzilor metalice de armare și a ecranelor metalice;
- e) nivelul de izolație;
- f) protecție mecanică similară cu cea a cablului.

În cazul îmbinărilor cablurilor cu izolație din hârtie impregnată, cu cabluri cu izolație uscată, trebuie să se ia măsuri pentru împiedicarea pătrunderii masei izolante în cablul cu izolație uscată.

Se recomandă ca numărul de manșoane de legătura pe 1 km de linie nou construită, pentru cabluri cu o tensiune de 1-30 kV, să fie de maximum 4 bucăți; un număr mai mare de manșoane (până la 6 bucăți) se admite numai pe baza unei aprobări de la societatea care exploatează linia în cablu.

Art.95. Înnădirea cablurilor de comandă și control se permite numai în următoarele cazuri:

- a) când lungimea traseului este mai mare decât lungimea de fabricație a cablului respectiv;
- b) pentru înlăturarea deranjamentelor cablurilor în funcțiune.

Art.96. Cablurile electrice pozate în pământ, situate în apropierea manșoanelor, trebuie protejate față de acestea prin amplasarea lor la o distanță minimă de 25 cm; când este necesară micșorarea acestei distanțe, cablurile cele mai apropiate de manșoane trebuie protejate cu cărămizi, plăci din beton etc.

Nu se realizează, de regulă, manșoane în subsoluri, poduri de cabluri, încăperi tehnologice, depozite și alte spații cu pericol de incendiu; cablurile de energie care necesită joncțiune se manșonează în exteriorul acestor spații sau se protejează pe porțiunea de joncțiune cu elemente rezistente mecanic și la foc (minimum 30 minute).

X.2. Marcarea cablurilor

Art.97. Cablurile pozate în încăperi, canale, galerii, poduri și puțuri de cabluri se marchează cu etichete de identificare la capete, la trecerile dintr-o construcție de cabluri în alta, la încrucișări cu alte cabluri etc. Cablurile pozate în pământ se marchează și pe traseu, din zece în zece metri.

Art.98. Cablurile pozate în jgheaburi: se marchează numai la capete.

Art.99. Etichetele pentru cabluri se confecționează din plumb, material plastic, cupru sau aluminiu (materialul se alege în funcție de mediul de pozare) și trebuie să aibă înscris pe ele:

- tensiunea (kV);
- marca de identificare a cablului din jurnalul de cabluri;
- anul de pozare.

Art.100. Toate manșoanele de legătură sau de derivație, precum și terminalele trebuie să fie prevăzute, de asemenea, cu etichete de identificare.

Art.101. Traseele subterane de cabluri se marchează prin borne de marcare la suprafață sau prin plăci de marcare pe clădiri, atunci când în desenele de execuție, traseele de cabluri nu pot fi indicate pe plan prin cote față de construcții fixe.

Distanța dintre bornele de marcare pe traseele rectilinii în afara zonelor locuite din localități este de 100 m.

Se marchează prin borne schimbările de direcție, traversările de șosele și intersecțiile cu alte canalizări subterane (cabluri, conducte de fluide etc.).

Bornele se fixează lateral de cablu, la 0, 8m de axul lui, cu placa de inscripție orientată spre cablu.

Art.102. Marcarea și repararea rețelelor de cabluri în localități se face în conformitate cu prevederile STAS 9570/1.

Art.103. Marcarea cablurilor la traversările căilor de navigație fluviale: cablurile trebuie să fie reperate la ambele maluri prin plăci indicatoare vizibile pentru navigatori.

La traversarea unei căi ferate, reperarea cablurilor se face prin plăci indicatoare, pe ambele părți ale acesteia.

X.3. Încercarea cablurilor

Art.104. Încercările cablurilor la recepție sau în etape intermediare, înainte de montaj, se fac conform indicațiilor furnizorului de cabluri (standarde, norme interne, caiete de sarcini etc.); încercările după montaj și în timpul exploatarei se fac conform prevederilor din Normativul de încercări și măsurători la echipamente și instalații electrice - PE 116.

XI. MĂSURI PRIVIND PROTECȚIA MEDIULUI

Art. 105. La proiectarea, construcția, rețehnologizarea și mentenanța liniilor electrice în cablu se iau măsuri pentru reducerea impactului negativ al liniilor asupra mediului.

Art. 106. Măsurile privind protecția mediului au în vedere următoarele:

- a) impactul asupra așezărilor umane;
- b) ocuparea terenului (trasee, accesorii);
- c) impactul asupra rezervațiilor naturale și culturale;
- d) fragmentarea habitatelor faunei sălbatice;
- e) afectarea peisajului (impactul vizual, acolo unde este cazul);
- f) câmpul electromagnetic;
- g) subtraversarea apelor;
- h) impactul chimic (vopsele, solvenți, ulei etc.);
- i) depozitarea deșeurilor;
- j) monitorizarea impacturilor asupra mediului pe durata exploatării.

Art. 107. Documentația pentru realizarea LEC trebuie să cuprindă toate datele și informațiile necesare, inclusiv planul de management și monitoring care va include acțiuni de reducere a impactului, sub aspectele:

- a) electromagnetic;
- b) fizic;
- c) chimic;
- d) mecanic;
- e) sonor;
- f) vizual;
- g) psihic;
- h) socio-economic etc.

asupra factorilor de mediu atât pe perioada eliberării traseului, construcției, exploatării/mentenanței precum și la dezafectarea acestora, în vederea obținerii acordului de mediu. În documentație se vor trata, la solicitarea beneficiarului, și cerințele cuprinse în procedurile proprii ale acestuia.

BIBLIOGRAFIE

1. Clarke, D. J., Soth, I.P. *Cross bonding single core power cables*. BICC, London, 1975.
2. Lang, V. *L'échauffement des conducteurs câblés des lignes aériennes*. In: Bull. de A.S.E., nr. 14, 1956, p. 631-641.
3. Endrenyi, J., Murrill, Mc. *Détermination de l'intensité de courant admissible dans les conducteurs par simulation numérique de la charge, des conditions atmosphériques et du vieillissement des conducteurs*. CIGRE, 1968, Rapport 23-04.
4. Gorub, I. C., Woll, E. F. *Load Capability of Bare ACSR and All-Aluminium Conductor Based on Long time Outdoor Temperature Rise-Tests*. I.E.E. Trans. P.A.S. vol. 82 nr. 12, 1963, p. 73-82.
5. Davis, M. W. *Nomographic computation of the ampacity rating of aerial conductors*. I.E.E.E. Trans. Power Apparatus und Systems, vol. PAS 89, p. 387-399, Mart., 1970.
6. V.D.E. 0.103/1.61. *Leitsätze de Bemessung von Starkstromanlagen auf mechanische und termische Kurzschlussfestigkeit*.
7. Goossens, R. F. *Rapport sur les travaux du comité d'études nr. 2. (Câbles à haute tension)*. CIGRE-ref. 233, 1964.
8. C.E.I. *Calcul du courant admissible dans les cables en regime permanent (facteur de charge 100%)*. Recomandation de la Commission Electrotechnique Internationale (C.E.I.), Publication 287, 1969, Bureau de la C.E.I., Geneve.
9. Nehet, John, H. *Procedures for calculating the temperature rise of pipe cable and buried cables for sinusoidal and rectangular loss cycles*. A. I.E.E. Transactions, vol. 72, pt. III (June 1953), pag. 541-545; 535; 539-560.
10. Buller, F. H., Woodrow, CA. *Load factor equivalent-Hour values compared*. În: Electrical World, vol. 92, Nr. 2, 1928, pp. 59-60.
11. Van Wormer F. C. *An improved approximate technique for calculating cable temperature transients*. În: A.I.E.E. Trans. vol. 74, pt. 3, pp. 277-281, 1955.
12. Commission Electrotechnique International. *Calcul de courant admissible dans la cablu en regim permanent (facteur de charge 100%)*. Suisse, Geneve 1969 avec modification No. 1 avril 1971, modification No. 2 avril 1972.
13. Jocteur, R., Osly, M. *Recherche et developpement en France dans le domaine des cables haut tension isolés au polyéthylène extrudé*. Silec, France.
14. Conte, G. – *IMPIANTI ELETTRICI. Componenti e sistemi elettrici – Normativa – Sicurezza – Progettazione*. Seconda edizione. Editore Ulrico Hoepli, Milano, 1996.
15. Bercovici, M., Arie, A. A., Poată, Al. *Rețele Electrice. Calculul electric*. București, Editura Tehnică. 1974.
16. Sufrim, M., Iszák, E., Dabija, D. – *Protecția împotriva incendiilor în gospodăriile de cabluri din întreprinderile industriale*. Editura tehnică, București, 1984;
17. Meculescu, M., Dian, G. *Metode pentru calculul curenților maxim admisibili ai liniilor electrice aeriene*. Studiul I.S.P.E., 1957.
18. Boțan, N., Poată, A., Constantinescu, E. *Rețele electrice. Calculul electric*. Editura tehnică. București, 1960.
19. Iacobescu, Gh. ș.a. *Rețele electrice. Probleme*. Editura Didactică și Pedagogică, București, 1975
20. Ioniță, Georgeta, Bucea, Gh. *Montarea și exploatarea cablurilor electrice de înaltă tensiune*. Editura Tehnică, București, 1979.
21. Siemens *Memoratorul inginerului electrician*. Traducere din limba germană cu adaptări la condițiile din România. Editura Tehnică, București, 1975.
22. Baci, A., Laszlo, T. *Exploatarea și repararea rețelelor electrice*. București, Editura tehnică, 1969.
23. Militaru, P., Petre, N. *Considerațiuni și propuneri privind calculul stabilității termice la scurtcircuit a conductorilor și aparatelor*. A șasea sesiune de comunicări tehnico-științifice a Institutului de Studii și Proiectări Energetice. 5-7. XII, 1966, vol. I, p. 55-80.
24. Avramescu, A. *Temperaturabhängigkeit der wahren spezifischen Wärme von Leitungskupfer und*

- Leitungsaluminium bis zum Schmelzpunkt. Z. techn. Physik, 1959.*
25. Avramescu, A. *Încălzirea la scurtcircuit a conductoarelor de aluminiu.* în: Studii și cercetări energetice, nr. 3, 1953.
 26. Avramescu, A. *Încălzirea adiabatică a conductorilor de cupru, aluminiu și argint.* In studii și cercetări energetice, nr. 3-4, 1955.
 27. Cruceru, C. *Considerații teoretice și experimentale cu privire la determinarea temperaturilor cablurilor de energie care funcționează sub sarcină variabilă.* Lucrările I.C.P.E., nr. 24, 1970.
 28. Iacobescu, Gh., Iordănescu, I., Țenovici, R. *Rețele electrice pentru secțiile de subingineri.* București, Editura Didactică și Pedagogică, 1975.
 29. Siemens. *Memoratorul Inginerului Electrician.* Traducere din limba germană. București, Editura Tehnică, 1971.
 30. Curelaru, Al. *Probleme de stații și rețele electrice.* Scrisul românesc, Craiova, 1979.
 31. Pietrăreanu, E. *Agenda electricianului.* București, Editura Tehnică, 1986.
 32. Arhipov, N. K. *Calculul curenților de scurtcircuit.* București, Editura Tehnică. 1958.
 33. Racoți, E. *Table și nomograme pentru calculul conductoarelor.* București, Editura Tehnică, 1988.
 34. Ioniță Georgeta, Mazilu, Gh. *Linii electrice subterane de 1-220kV. Îndreptar de calcul și proiectare.* Editura Tehnică, 1990, București.
 35. Iacobescu, Gh., Iordănescu, I., Eremia, M., Țenovici, R., Dumitriu, C. - *Rețele electrice. Probleme.* București, Editura Didactică și Pedagogică, 1977.
 36. Iacobescu, Gh., Iordănescu, I., Eremia, M., Toader, C., Țenovici, R., Dumitriu, C. - *Rețele electrice.* București, Editura Didactică și Pedagogică, 1981.
 37. Mircea, I. - *Instalații și echipamente electrice. Ghid teoretic și practice.* Ediția a doua. Editura Didactică și Pedagogică, București, 2002.
 38. Angelescu, M. – *Rețele edilitare urbane.* Editura Didactică și Pedagogică, R.A. București, 1996.