

**MINISTERUL TRANSPORTURILOR
REGISTRUL NAVAL ROMÂN**

Norme tehnice pentru construcții navale

**CONSTRUCȚIA CABLURILOR
ELECTRICE NAVALE**

Elaborator:	REGISTRUL NAVAL ROMÂN
⇒Cod:	MT.RNR - NT 2/5 - 99
⇒Aprobat prin:	Ordinul Ministrului Transporturilor nr.288 din 04.06.1999
⇒Data intrării în vigoare:	02 iulie 1999
⇒Reglementări de bază:	CEI 60050; CEI 60092; CEI 60228
⇒Înlocuiește publicația:	RNR 31 A-86 (2.09)

AUTORITATEA NAVALĂ ROMÂNĂ
BIBLIOTECA TEHNICĂ
INREGISTRAT SUB NR. 911

Reproducerea acestei publicații, prin orice metodă, este permisă numai cu acordul scris al Registrului Naval Român.

© RNR, 1999

Ministerul Transporturilor
Registrul Naval Român
-Sediul central-
Bd. Dinicu Golescu, nr. 38
sector 1, cod 77113, București
Tel: (01) 2223768
Fax: (01) 2231972

CUPRINS

1.1	Domeniul de aplicare.	5
1.2	Definiții	5
1.3	Caracteristici generale.	6
1.4	Conductoare pentru cabluri destinate instalațiilor fixe.	6
1.5	Conductoare flexibile și foarte flexibile.	7
2	IZOLAȚII	
2.1	Materile.	8
2.2	Caracteristicile materialelor izolațiilor	8
2.3	Grosimea izolației.	10
3	ÎNVELIȘURI DE PROTECȚIE	
3.1	Învelișuri de protecție nemetalice impermeabile . . .	11
3.2	Învelișuri de protecție metalice.	14
4	CABLURI MULTIFILARE	16

CONSTRUCȚIA CABLURILOR ELECTRICE NAVALE

1.1 Domeniul de aplicare

1.1.1 Cerințele prezentei publicații se aplică la construcția cablurilor electrice utilizate în instalațiile de forță, comandă, semnalizare și iluminat de pe nave, precum și conductoarelor izolate folosite în construcția echipamentelor navale.

Construcția cablurilor electrice utilizate în instalațiile de comunicații interioare, a cablurilor coaxiale și a cablurilor cu tensiunea nominală mai mare de 1100 V constituie obiectul unei examinări speciale a RNR.

1.1.2 Cerințele din prezenta publicație sînt conforme prescripțiilor din:

— CEI 92-3 din 1965 și amendamentelor la această publicație nr. 1/1969, nr. 2/1971, nr. 3/1973, nr. 4/1974 nr. 5/1979, nr. 6/1984.

— CEI 228 din 1978

— CEI 228A din 1982.

1.1.3 Metodele de verificare și încercare a cablurilor și conductoarelor sînt prezentate în PS-RNR 31B/86

1.2 Definiții

1.2.1 **Conductor izolat** — conductorul cu învelișul său izolant, dar fără învelișul de protecție contra acțiunilor mecanice.

1.2.2 **Cablu** — o construcție lungă compusă din unul sau mai multe conductoare, avînd fiecare izolație proprie și asamblați prin cablare. Conductorul sau conductorii pot fi prevăzuți sau nu cu un înveliș care să le protejeze contra acțiunilor de natură mecanică.

1.2.3 **Cablu flexibil** — cablul destinat să se conecteze la un aparat mobil sau portativ și avînd unul sau mai mulți conductori izolați, format fiecare dintr-o reuniune de lițe, diametrul conductorilor și lițelor fiind suficient de mic pentru a asigura flexibilitatea.

1.2.4 **Cablu care nu propagă flacăra** — cablu care fiind supus, un timp determinat, acțiunii flăcării, nu este deteriorat sau afectat, în afara zonei de acțiune a flăcărilor.

1.2.5 **Cablu rezistent la foc** — cablul care continuă să funcționeze normal în timpul și după un foc prelungit, presupunînd că intensitatea focului este suficientă pentru a distruge materialul organic al cablului în zona unde flacăra este aplicată. Cablul rezistent la foc trebuie să fie un cablu care nu propagă flacăra.

1.2.6 **Cablu rezistent la ulei** — cablu care fiind supus un timp determinat acțiunii uleiului, învelișul său nu este afectat în asemenea măsură încît caracteristicile sale mecanice să scadă sub anumite valori considerate ca admisibile.

1.2.7 **Tensiunea unui cablu** — ansamblul a două valori ale tensiunii la frecvența industrială, U_0 și U , exprimate în kilovolți sub forma U_0/U , care figurează în definirea cablului și după care se fixează grosimea izolației și sînt determinate condițiile de încercare dielectrică și tensiunile maxime de serviciu ale cablului (în curent alternativ și continuu).

— U_0 este tensiunea între fiecare conductor și învelișul metalic sau „masă”

— U este tensiunea între două conductoare într-un cablu multifilar sau într-un sistem de cabluri monofilare.

1.2.8 **Izolație** — strat sau straturi de material izolant cu care este învelit conductorul.

1.2.9 **Înveliș** — strat sau straturi destinate a asigura protecția conductoarelor izolate contra acțiunilor chimice sau mecanice.

1.2.10 Manta — strat etanș care îmbracă un conductor, izolat sau un ansamblu de conductoare izolate, pentru a-i asigura o protecție mecanică sau chimică.

1.3 Caracteristici generale

1.3.1 Conductoarele și conductoarele cablurilor trebuie confecționate din cupru moale recopt sau din cupru moale recopt acoperit cu staniu sau aliaj de staniu. Acoperirea cu staniu sau aliaj de staniu este obligatorie atunci când izolația poate afecta conductorul, în timp.

1.3.2 Izolațiile conductorilor trebuie să fie astfel încît creșterea capacității acestora după cufundare în apă să nu depășească limitele admise.

1.3.3 Cablurile multifilare trebuie astfel realizate, încît să fie etanșe longitudinal.

1.3.4 Dimensiunile învelișurilor de protecție ale cablurilor se stabilesc în norma internă de produs.

1.3.5 Materialele izolațiilor și învelișurilor de protecție trebuie să fie astfel încît cablurile să fie rezistente la foc sau care nu propagă flăcările. În norma de produs se va indica categoria din care face parte cablul.

1.3.6 Fiecare lungime de cablu sau conductor trebuie să reziste fără străpungere la o tensiune de încercare prestabilită, aplicată timp de 5 minute.

1.3.7 Valoarea rezistenței de izolație a fiecărei lungimi de cablu măsurată după verificarea rigidității dielectrice nu trebuie să fie mai mică decît valoarea minimă calculată folosind constanta de izolație prestabilită pentru tipul materialului izolant (vezi tab. 2.2).

1.4. Conductoare pentru cabluri destinate instalațiilor fixe

1.4.1 Sînt admise conductoarele toronate, executate din fire necompactate sau compactate

1.4.2 Firele fiecărui conductor necompactat trebuie să aibă acelaș diametru nominal.

1.4.3 Raportul diametrelor a două fire diferite dintr-un conductor compactat nu va fi mai mare de 2.

1.4.4 Numărul firelor fiecărui conductor nu va fi mai mic decît numărul minim indicat în tabelul 1.4.4.

1.4.5 Rezistența fiecărui conductor la 20°C nu trebuie să depășească valoarea maximă indicată în tabelul 1.4.4.

Conductori toronați pentru cabluri mon și multifilare

Tab. 1.4.4

Secțiunea nominală	Numărul minim al firelor conductorului		Rezistența maximă a conductorului la 20°C	
	Conductor circular necompactat	Conductor circular compactat	Fire din cupru Ω /Km	Fire din cupru acoperit cu staniu sau aliaj de staniu Ω /Km
1	2	3	4	5
0,5	7	—	36,0	36,7
0,75	7	—	24,5	24,8
1	7	—	18,1	18,2
1,5	7	6	12,1	12,2
2,5	7	6	7,41	7,56
4	7	6	4,61	4,70
6	7	6	3,08	3,11
10	7	6	1,83	1,84
16	7	6	1,15	1,16
25	7	6	0,727	0,734
35	7	6	0,524	0,529
50	19	6	0,387	0,391
70	19	12	0,268	0,270
95	19	15	0,193	0,195
120	37	18	0,153	0,154
150	37	18	0,124	0,126
185	37	30	0,0991	0,100
240	61	34	0,0754	0,0762
300	61	34	0,0601	0,0607

1.4.6 Diametrul maxim al conductoarelor nu va depăși valorile indicate în tabelul 1.4.6

Tab. 1.4.6

Secțiunea nominală mm ²	Conductoare toronate pentru cabluri fixate mm	Conductoare flexibile și foarte flexibile mm
1	2	3
0,5	1,1	1,1
0,75	1,2	1,3
1	1,4	1,5
1,5	1,7	1,8
2,5	2,2	2,6
4	2,7	3,2
6	3,3	3,9
10	4,2	5,1
16	5,3	6,3
25	6,6	7,8
35	7,9	9,2
50	9,2	11,0
77	11,0	13,1
95	12,9	15,1
120	14,5	17,0
150	16,2	19,0
185	18,0	21,0
240	20,6	24,0
300	23,1	27,0

1.5 Conductoare flexibile și foarte flexibile

1.5.1 Firele fiecărui conductor vor avea același diametru nominal.

1.5.2 Diametrul firelor din fiecare conductor nu va depăși valoarea maximă indicată în tabele 1.5.2.1 și 1.5.2.2.

1.5.3 Rezistența fiecărui conductor la 20°C nu va depăși valoarea maximă indicată în tabelele 1.5.2.1 și 1.5.2.2.

1.5.4 Diametrul maxim al conductoarelor nu va depăși valorile indicate în tabelul 1.4.6

Tab. 1.5.2.1

Conductoare flexibile de cupru pentru cabluri mono și multifilare

Secțiunea nominală mm ²	Diametrul maxim al firelor din conductor mm	Rezistența maximă a conductorului la 20°C	
		Fire din cupru Ω/Km	Fire din cupru acoperit cu staniu sau alaj de staniu Ω/Km
1	2	3	4
0,5	0,21	39,0	40,1
0,75	0,21	26,0	26,7
1	0,21	19,5	20,0
1,5	0,26	13,3	13,7
2,5	0,26	7,98	8,21
4	0,31	4,95	5,09
6	0,31	3,30	3,39
10	0,41	1,91	1,95
16	0,41	1,21	1,24
25	0,41	0,780	0,795
35	0,41	0,554	0,565
50	0,41	0,386	0,393
70	0,51	0,272	0,277
95	0,51	0,206	0,210
120	0,51	0,161	0,164
150	0,51	0,129	0,132
185	0,51	0,106	0,108
240	0,51	0,0801	0,0817
300	0,51	0,0641	0,0654

Tab. 1.5.2.2

Conductoare de cupru foarte flexibile pentru cabluri mono și multifilare

Secțiunea nominală mm ²	Diametrul maxim al firelor conductorului mm	Rezistența maximă a conductorului la 20°	
		Fire din cupru Ω/Km	Fire din cupru acoperit cu staniu sau aliaj de staniu Ω/Km
1	2	3	4
0,5	0,16	39,0	40,1
0,75	0,16	26,0	26,7
1	0,16	19,5	20,0
1,5	0,16	13,3	13,7
2,5	0,16	7,98	8,21
4	2	3	4
6	0,16	4,95	5,09
10	0,21	3,30	3,39
16	0,21	1,91	1,95
25	0,21	1,21	1,24
35	0,21	0,780	0,795
50	0,21	0,554	0,565
70	0,31	0,386	0,393
95	0,31	0,272	0,277
120	0,31	0,206	0,210
150	0,31	0,161	0,164
185	0,31	0,129	0,132
240	0,41	0,106	0,108
300	0,41	0,0801	0,0817
		0,0641	0,0654

2. Izolații

2.1. Materiale

Pentru fabricarea izolației conductoarelor și conductoarelor cablurilor se admit materialele izolante indicate în tabelul 2.1. Folosirea altor materiale va putea fi acceptată pe baza unei examinări speciale a RNR, care va aviza pentru fiecare caz în parte caracteristicile, metodele de încercare și condițiile de utilizare.

Tab. 2.1

Simbolul izolației	Tipuri standard de materiale izolante	Temperatura de serviciu specificată*
B80	Amestecuri elastomere (vulcanizate sau reticulate)	80°C
E05	Cauciuc butilic	85°C
R85	Cauciuc etileno-propilenic	85°C
S95	Polietilenă reticulată	95°C
	Cauciuc silconic	95°C
	Amestecuri termoplastice	
V60	Policlorură de vinil obișnuită	60°C
V75	Policlorură de vinil termorezistentă	75°C
	Alte materiale	95°C
M95	Izolație minerală	95°C

*Temperatura conductorului luată în considerare pentru calculul intensității admisibile a cablurilor cu serviciu continuu

2.2 Caracteristicile materialelor izolațiilor

Materialele folosite pentru fabricarea izolației conductoarelor și conductoarelor cablurilor trebuie să aibă caracteristicile indicate în tabelul 2.2

Tab. 2.2

Caracteristicile izolațiilor din amestecuri elastomere și termoplastice

1	2	3	4	5	6	7
Materialul de bază al amestecului	Cauciuc butil	Cauciuc etilenopropilenic	Polietilenă reticulată	Cauciuc siliconic	Policlorură de vinil	
Simbolul amestecului izolat	B 80	E 85	R 85	S 95	V 60	V 75
T max de serviciu a conductorului °C	80	85	85	95	60	75
A. Caracteristici mecanice fără îmbătrânire						
1. Rezistența la rupere minimă N/cm ²	420	420	1250	500	1250	1500
2. Alungirea la rupere minimă %	300	200	200	150	150	125
B. Caracteristici mecanice după îmbătrânire în etuvă cu aer						
Durata încercării și temperatura $\left\{ \begin{array}{l} \text{ore} \\ ^\circ\text{C} \end{array} \right.$	168 100	168 135	168 135	240 200	168 80	240 100
1. Rezistența la rupere						
Valoarea minimă N/cm ²	—	—	—	400	—	—
Procentul din valoarea obținută înainte de îmbătrânire						
1a) min %	60	70	75	—	80	80
1b) max %	140	130	125	—	120	120
2. Alungirea la rupere Valoarea minimă %	—	—	—	120	—	—
Procentul din valoarea obținută înainte de îmbătrânire						
2a) min %	60	70	75	—	80	80
2b) max %	140	130	125	—	120	120
C. Caracteristici mecanice după îmbătrânire în balon cu aer la 56 N/cm²						
Durata încercării și temperatura $\left\{ \begin{array}{l} \text{ore} \\ ^\circ\text{C} \end{array} \right.$	40 127	40 127	— —	— —	— —	— —
1. Rezistența la rupere: procentaj minim din valoarea obținută înainte de îmbătrânire %						
1	50	70	—	—	—	—
2	2	3	4	5	6	7
2. Alungirea la rupere: procentaj minim din valoarea obținută înainte de îmbătrânire	50	70	—	—	—	—
D. Comportarea la temperaturi ridicate și la temperaturi scăzute						
1. Încercarea la deformarea sub sarcină la temperatură ridicată						
Durata în sarcină ore	—	—	—	—	4	4
Temperatura în etuvă °C	—	—	—	—	70	80
Deformarea maximă admisă %	—	—	—	—	50	50
2. Încercarea la alungire sub sarcină la temperatură ridicată						
— temperatura în etuvă °C	—	—	150	—	—	—
— efortul ce se exercită asupra eșantionului: amestecuri cu densitatea $\leq 1,0 =$ $= \text{N/cm}^2$	—	—	20	—	—	—
— amestecuri cu densitatea $> 1,00 \text{ N/cm}^2$	—	—	40	—	—	—
— durata încercării min.	—	—	15	—	—	—
— alungirea maximă admisibilă %	—	—	200	—	—	—
— alungirea remanentă maximă %	—	—	25	—	—	—
3. Încercarea la îndoire la temperatură scăzută (se execută pe eșantioane îmbătrânite)						
— Îmbătrânirea în etuvă						
$\left\{ \begin{array}{l} \text{ore} \\ ^\circ\text{C} \end{array} \right.$	—	—	168 135	—	168 80	168 90
— tratamentul la frig înainte de indoirii						
durata și temperatura $\left\{ \begin{array}{l} \text{ore} \\ ^\circ\text{C} \end{array} \right.$	—	—	4 -30	—	4 -20	4 -20
4. Încercarea la șoc termic						
Temperatura în etuvă °C	—	—	—	—	150	150
E. Caracteristici electrice						
1. Constanta rezistenței de izolație						
$K_1 = R_i/10 \log_{10} D/d$						
1a) la 20°C min. MΩ/Km	3670	3670	—	1500	200	750
2a) la temp. max. de serviciu min. MΩ/Km	3,6	3,6	—	2	0,2	0,5
2. Mărirea capacității în curent alternativ după scufundarea în apă la 50°C						
2a) între sfârșitul primei și a celei de a 14-a zile max. %	15	15	—	15	15	15
2b) între sfârșitul celei de a 7-a și a celei de de a 14-a zile max. %	5	5	—	5	5	5

1	2	3	4	5	6	7
F. Încercarea complementară de îmbătrânire pentru izolații pe bază de PCV (încercarea de pierdere de masă)						
Temperatura aerului și durata	} °C ore	—	—	—	80	100
		—	—	—	120	120
Pierdere de masă maximă (valoare provizorie mg/cm ²)		—	—	—	2,0	2,0
G. Încercarea de absorbție a apei (în studiu)						

2.3 Grosimea izolației

Valoarea medie minimă a grosimii izolației conductorilor și conductorilor cablurilor trebuie să fie cea indicată în tab. 2.3.1 și 2.3.2

Material izolant: cauciuc butilic, siliconic sau etilen-propilenic

Tab. 2.3.1

Tensiunea de lucru 0,44/0,75 KV		Tensiunea de lucru 0,15/0,25 KV	
Secțiunea nominală (S) mm ²	Grosimea ^{1) 2)} izolației (e) mm	Secțiunea nominală (S) mm ²	Grosimea ^{2) 3)} izolației (e) mm
1	2	3	4
1,5	1,0	1,5	0,8
2,5	1,0	2,5	0,8
4	1,1		
6	1,1		
10	1,2		
16	1,3		
25	1,4		
35	1,5		
50	1,6		
70	1,7		
95	1,9		
120	2,0		
155	2,1		
185	2,3		
240	2,4		
300	2,6		

- 1) Aceste valori corespund aproximativ formulei $e=0,1\sqrt{S}+0,9$ mm
- 2) Aceste valori corespund aproximativ formulei $e=0,09\sqrt{S}+0,7$ mm
- 3) Toate grosimile izolației date în tabel pot fi reduse cu 0,1 mm dacă învelișul este acoperit cu un al doilea înveliș extrudat din poliamidă sau alt material echivalent

Material izolant: PCV sau polietilenă reticulată

Tab. 2.3.2

Tensiunea de lucru 0,44/0,75 KV		Tensiunea de lucru 0,15/0,25 KV	
Secțiunea nominală (S) mm ²	Grosimea ¹⁾ izolației (e) mm	Secțiunea nominală (S) mm ²	Grosimea ²⁾ izolației (e) mm
1	2	3	4
1,5	0,9	1,5	0,7
2,5	0,9	2,5	0,8
4	1,0		
6	1,0		
10	1,1		
25	1,2		
35	1,3		
50	1,4		
70	1,6		
95	1,7		
120	1,8		
150	1,9		
185	2,0		
240	2,2		
300	2,4		

- 1) Aceste valori corespund aproximativ formulei $e=0,09\sqrt{S}+0,8$ mm
- 2) Aceste valori corespund aproximativ formulei $e=0,1\sqrt{S}+0,6$ mm

3. Învelișuri de protecție

Conductoarele izolate ale cablurilor trebuie acoperite cu unul sau mai multe învelișuri de protecție și eventual cu o armătură, alese dintre cele definite mai jos.

3.1 Învelișuri de protecție nemetalice impermeabile (mantale)

3.1.1 Pentru fabricarea mantalelor de protecție se admit materialele indicate în tabelul 3.1.1
Pentru cablurile izolate cu cauciuc siliconic se vor folosi materiale care permit utilizarea eficientă a proprietăților termice ale cauciucului siliconic (de exemplu polivinil clorid de temperatură înaltă, polietilena clorosulfonată de temperatură înaltă etc.).

Folosirea altor materiale constituie obiectul unei examinări speciale a RNR care va aviza, pentru fiecare caz în parte, caracteristicile, metodele de încercare și condițiile de utilizare.

Materiale nemetalice pentru mantale

Tab. 3.1.1

Simbolul	Materialul mantalei	Temperatura maximă de serviciu a conductorului cablului izolat
SV ₁	Amestec de policlorură de vinil calitate obișnuită	60°C
SV ₂	Amestec de policlorură de vinil calitate rezistentă la căldură	85°C
SP ₁	Amestec de policlorpren	85°C
SH ₁	Polietilenă clorosulfonată	85°C

3.1.2 Amestecurile elastomere și termoplastice folosite pentru fabricarea mantalelor cablurilor trebuie să aibă caracteristicile indicate în tabelul 3.1.2

Caracteristicile amestecurilor elastomere și termoplastice pentru mantale

Tab. 3.1.2

1	2	3	4	5
Materialul de bază al amestecului	Policlorură de vinil (P.CV)	Policlorpren (P.C.P)	Polietilenă sulfonată (P.C.S)	
Simbolul amestecului mantalei	SV1	SV2	SP1	SH1
Temp. max. de serviciu a conductorului cablului izolat	60	85	85	85
A. Caracteristici mecanice fără îmbătrânire				
1. Rezistența la rupere, minimă N/cm ²	1250	1500	1000	1000
2. Alungirea la rupere, minimă %	125	125	250	250
B. Caracteristici mecanice după îmbătrânire				
Temperatura și durata încercării				
{ ore	120	240	168	168
{ °C	100	100	100	120
1. Rezistența la rupere:				
- în procente din valoarea dinainte de îmbătrânire, min %	80	80	70	70
- în procente din valoarea dinainte de îmbătrânire, max. %	120	120	-	-
2. Alungirea la rupere:				
- în procente din valoarea dinainte de îmbătrânire, min %	80	80	60	60
- în procente din valoarea dinainte de îmbătrânire, max %	120	120	-	-
C. Caracteristici mecanice după scufundarea în ulei cald				
Durata scufundării și temperatura uleiului				
{ ore	-	-	24	24
{ °C	-	-	100	100
În procente din valoarea dinainte de imersiune:				
1. Rezistența la rupere, minimă %	-	-	60	60
2. Alungirea la rupere, minimă %	-	-	-	-
D. Caracteristici termoplastice				

1	2	3	4	5
1. Încercarea de deformare sub sarcină la temperatură ridicată				
Durata sub sarcină {ore	4	4	—	—
Temperatura etuvei {°C	80	90	—	—
Deformarea maxim admisibilă %	50	50	—	—
2. Încercarea la îndoire la temperatură joasă (după îmbătrânire)				
a) tratamentul de îmbătrânire în etuvă {ore	168	168	—	—
{°C	80	90	—	—
b) tratamentul la frig înainte de îndoire: durata și temperatura {ore	4	4	—	—
{°C	-20	-20	—	—
3. Încercarea la șoc termic temperatura etuvei °C	150	150	—	—
E. Încercarea complementară de îmbătrânire pentru amestecurile pe bază de PCV (încercarea pierderii de masă)				
Temperatura aerului {°C	80	100	—	—
Durata {ore	120	120	—	—
Pierdere maximă a masei mg/cm ² (valoarea provizorie)	2.0	2.0	—	—

3.1.3 În cazul cablurilor la care se folosește, pentru asamblarea conductorilor, o centură izolantă, amestecul utilizat trebuie să aibă (indiferent de tipul izolației, conductorilor) înainte și după îmbătrânire următoarele caracteristici:

- sarcina de rupere — min 42 kg/cm²
- alungirea la rupere — min 100%

Valorile obținute după îmbătrânire nu trebuie să fie mai mici de 60% din valorile obținute înainte de îmbătrânire.

Îmbătrânirea se face într-o etuvă cu aer la 80°C timp de 168 ore.

3.1.4 Grosimile medii minime ale mantalelor sint cele indicate în tab. 3.1.4

3.1.5 Grosimile nominale ale invelișurilor extrudate (care nu sint nici mantale nici centuri izolante) de pe conductorii asamblați ai cablurilor multifilare sint indicate în tabelul 3.1.5

Tab. 3.1.4

Primul caz Mantaua exterioară cablurilor necarmate și mantaua de sub armătura cablurilor armate		Al doilea caz Mantaua peste armătura cablurilor armate și mantaua din P.C.V. peste un inveliș de plumb sau aliaj : de plumb	
Diametrul interior calculat al mantalei ¹ (D) mm	Grosimea mantalei ²⁾ (e) mm	Diametrul interior calculat al mantalei (D) mm	Grosimea mantalei ³⁾ (e) mm
1	2	2	4
D < 6,3	1,0	D < 6	1,0
6,3 ≤ D < 8,8	1,1	6 ≤ D < 10	1,1
8,8 ≤ D < 11,3	1,2	10 ≤ D < 14	1,2
11,3 ≤ D < 13,8	1,3	14 ≤ D < 18	1,3
13,8 ≤ D < 16,3	1,4	18 ≤ D < 22	1,4
16,3 ≤ D < 18,8	1,5	22 ≤ D < 26	1,5
18,8 ≤ D < 21,3	1,6	26 ≤ D < 30	1,6
21,3 ≤ D < 23,8	1,7	30 ≤ D < 34	1,7
23,8 ≤ D < 26,3	1,8	34 ≤ D < 38	1,8
26,3 ≤ D < 28,8	1,9	38 ≤ D < 42	1,9
28,8 ≤ D < 31,3	2,0	42 ≤ D < 46	2,0
31,3 ≤ D < 33,8	2,1	46 ≤ D < 50	2,1
33,8 ≤ D < 36,3	2,2	50 ≤ D < 54	2,2
36,3 ≤ D < 38,8	2,2	54 ≤ D < 58	2,3
38,8 ≤ D < 41,3	2,4	58 ≤ D < 62	2,4
41,3 ≤ D < 43,8	2,5	62 ≤ D < 66	2,5
43,8 ≤ D < 46,3	2,6	66 ≤ D < 70	2,6

1	2	3	4
46,3 ≤ D < 48,8	2,7	70 ≤ D < 74	2,7
48,8 ≤ D < 51,3	2,8	74 ≤ D < 78	2,8
51,3 ≤ D < 53,8	2,9	78 ≤ D < 82	2,9
53,8 ≤ D < 56,3	3,0		
56,3 ≤ D < 58,8	3,1		
58,8 ≤ D < 61,3	3,2		
61,3 ≤ D < 63,8	3,3		
63,8 ≤ D < 66,3	3,4		
66,3 ≤ D < 68,8	3,5		

1) Valorile diametrului D trebuie calculate conform metodei de la 3.1.6

2) Valorile grosimii mantalei corespund aproximativ formulei $e = \frac{D}{25} + 0,8$ mm cu un minim de 1,0 mm

3) Valorile grosimii mantalei corespund aproximativ formulei $e = \frac{D}{40} + 0,9$ mm cu un minim de 1,0 mm

Tab. 3.1.5

Diametrul calculat al ansamblului conductor ¹⁾ (D) mm	Grosimea invelișului comun ²⁾ (e) mm
D < 11	0,6
14 ≤ D < 18	0,7
18 ≤ D < 22	0,8
22 ≤ D < 26	0,9
26 ≤ D < 30	1,0
30 ≤ D < 34	1,1
34 ≤ D < 38	1,2
38 ≤ D < 42	1,3
42 ≤ D < 46	1,4
46 ≤ D < 50	1,5
50 ≤ D < 54	1,6
54 > D < 58	1,7
58 > D < 62	1,8

1) Valorile diametrului D trebuie calculate conform metodei indicate la 3.1.6

2) Valorile grosimii invelișului corespund aproximativ formulei $e = \frac{D}{40} + 0,3$ mm cu un minim de 0,6 mm

NOTA: Tabelul 3.1.5 se aplică numai cablurilor care au peste invelișul comun un inveliș metalic sau o manta specială. Pentru cablurile care au o treasă metalică peste invelișul comun grosimile acestui inveliș fac obiectul unei examinații speciale a RNR.

3.1.6 Calculul diametrelor necesare pentru determinarea grosimilor mantalelor cablurilor se face urmînd procedura de mai jos:

- 1) se calculează diametrul conductorului izolat d_1 $d_1 = d_c + 2e_1$ unde
 d_c =diametrul conductorului în mm (vezi tab. 1.4.6 și 1.5.2 și 1.5.2.2)
 e_1 =grosimea medie minimă a izolației (vezi tabelele 2.3.1 și 2.3.2)

- 2) Se calculează diametrul ansamblului conductorilor D_A

$$D_A = K d_1$$

$K = 2$ pentru cabluri cu 2 conductoare de același diametru d_1

$K = 2,5$ pentru cabluri cu 3 conductoare de același diametru d_1

$K = 2,41$ pentru cabluri cu 4 conductoare de același diametru d_1

$K = 2,7$ pentru cabluri cu 5 conductoare de același diametru d_1

$K = 3$ pentru cabluri cu 6 și 7 conductoare de același diametru d_1

$K = 1,15 \sqrt{N}$ pentru cabluri cu $N > 7$ conductoare de același diametru d_1

3) Se calculează diametrul pe conductorii asamblați cu manta comună extrudată D_A atunci cînd metoda de ansamblare prevede o asemenea manta

$$D_{RC} = D_A + 2 e_{RC}$$

unde e_{RC} este luat din tab. 3.1.4

4) Diametrul peste prima manta este D_{g1} :

$D_{g1} = d_1 + 2e_{g1}$ în cazul cablului cu un conductor

$D_{g1} = D_A + 2 e_{g1}$ în cazul cablului cu mai mulți conductori, fără manta comună

unde e_{g1} este grosimea primei mantale (vezi tab. 3.1.3 și 3.1.4 în care D va fi d_1 , D_A sau D_{RC})

5) Diametrul peste a doua manta D_{g2}

Dacă între cele două mantale nu există o armătură

$$D_{g2} = D_{g1} + 2e_{g2}$$

$D_{g1} = D_{RC} + 2e_{g1}$ în cazul cablului cu mai mulți conductori cu manta comună

unde e_{g2} este grosimea celei de a doua mantale (vezi tab. 3.1.4 cazul 2 unde D va fi D_{g1})

3.2 Învelișuri de protecție metalice

3.2.1 Sînt admise următoarele tipuri de învelișuri de protecție, metalice

1. învelișuri (mantale) din plumb sau aliaje de plumb
2. învelișuri din cupru
3. armătura din tresă metalică
4. armătura din sîrmă
5. armătura din benzi metalice

3.2.2 Aliajele din plumb admise pentru realizarea învelișurilor de protecție sînt cele indicate în tabelul 3.2.2

Folosirea plumbului pentru fabricarea învelișurilor este admisă numai dacă peste învelișul de plumb se aplică un înveliș impermeabil nemetalic

Tab. 3.2.2

Tip aliaj	Compoziție (procentaj în greutate)								Plumb.
	Cositor		Antimoniu		Cadmium		Telur		
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	
1	1,8	2,2	—	—	—	—	—	—	Restul
2	—	—	0,7	0,95	—	—	—	—	Restul
3	0,35	0,45	0,15	0,25	—	—	—	—	Restul
4	0,35	0,45	—	—	0,12	0,18	—	—	Restul
5	—	—	—	—	—	—	0,035	0,09	Restul
6	0,16	0,24	—	—	0,05	0,10	—	—	Restul

Note: 1 Termenul de „plumb” definește plumbul care conține de la 0,02 % la 0,05 % impurități, printre acestea trebuind să fie mai puțin de 0,005 % As, 0,005 % Fe, 0,005 % Zn, 0,005 % Sn, 0,006 % Ag, 0,008 % Cu, 0,015 % Bi, 0,015 % Sb, 0,020 % alte impurități

2 O cantitate suplimentară de cupru, mai mică de 0,05 % este admisă la aliajele de la 1 la 4 cu excepția aliajului 2 care poate conține până la 0,09 % Cu.

3.2.3 Grosimile medii minime ale mantalelor din plumb sau aliaje de plumb sînt indicate în tabelul 3.2.3

Tab. 2.3.2.

Diametrul interior calculat al învelișului ¹ (D) mm	Grosimea mantalei ² (e) mm
D < 14	1,0
14 ≤ D < 18	1,1
18 ≤ D < 22	1,2
22 ≤ D < 26	1,3
26 ≤ D < 30	1,4
30 ≤ D < 34	1,5
34 ≤ D < 38	1,6
38 ≤ D < 42	1,7
42 ≤ D < 46	1,8
46 ≤ D < 50	1,9
50 ≤ D < 54	2,6
54 ≤ D < 58	2,1
58 ≤ D < 62	2,2
62 ≤ D < 66	2,3
66 ≤ D < 70	2,4

- C. ¹ Aceste valori ale diametrului trebuie calculate în conformitate cu 3.1.6
² Aceste valori corespund aproximativ formulei $e = D / 40 + 0,7$ mm cu un minim de 1,0 mm

3.2.4 Învelișul de cupru este admis numai pentru cablurile cu izolație minerală fabricate prin procedee speciale. Caracteristicile și dimensiunile sale fac obiectul unei examinări speciale a RNR

3.2.5 Armătură din tresă metalică

Armătura din tresă trebuie să se facă din sîrmă de oțel galvanizată. Împletitura trebuie să fie uniformă iar densitatea ei astfel, încît greutatea ei să fie egală cu cel puțin 90% din greutatea unui tub cu același diametru, executat din acelaș material și cu o grosime a peretelui egală cu diametrul sîrmii împletiturii.

Dacă armătura din tresă îndeplinește funcția de ecran ea trebuie să fie făcută din sîrmă de cupru cositorită.

Se admite folosirea tresii de cupru necesitorită dacă s-a prevăzut un înveliș suplimentar nemetalic, peste tresă.

Diametrul sîrmei din care e confecționată tresă va fi stabilit în norma de produs a cablului.

3.2.6 Armătura din sîrmă

Armătura din sîrmă trebuie să fie realizată cu sîrmă de oțel moale recopt cu alungirea la rupere de cel puțin 12%. Sîrma trebuie să fie galvanizată. Ea se aplică pe o pernă protectoare, prin înfășurare spiră lingă spiră astfel încît, să formeze un strat cilindric practic neîntrerupt și care asigură o flexibilitate suficientă cablului finit.

Diametrul sîrmei va fi stabilit în norma de produs a cablului.

3.2.7 Armătura din benzi metalice

Această armătură trebuie făcută din două benzi înfășurate în același sens în jurul cablului, peste perna protectoare astfel încît intervalul liber între spirele primului strat să nu fie mai mare decît jumătatea lățimii benzii și ca cel de al doilea strat să acopere acest interval.

Pentru cablurile cu diametrul sub perna protectoare mai mic de 10 mm folosirea armăturii din benzi metalice nu e recomandată.

În unele cazuri cu aprobarea specială a R.N.R. pot fi folosite benzi de cupru.

Dimensiunile benzilor vor fi indicate în norma de produs a cablului.

3.2.8 Perne protectoare

Pernele protectoare se montează între stratul extern al învelișului și fața internă a armăturilor. Ele trebuie confecționate din materiale rezistente la umezeală, la căldură și care nu propagă flacăra. Perna protectoare poate lipsi dacă armătura se aplică peste un înveliș din material termoplastic sau din policlorpren.

4. Cabluri multifilare

4.1 Asamblarea

Oricare ar fi tipul izolației conductorilor, următoarele moduri de asamblare sînt acceptate.

4.1.1 Asamblarea fără centură izolantă comună

Conductorii izolați, eventual prevăzuți cu benzile sau separatorii lor, trebuie să fie cablați în elice, astfel încît să formeze un ansamblu cilindric uniform suplu.

Toate spațiile dintre conductorii izolați trebuie să fie, dacă e necesar, umplute cu o umplutură adecvată. Peste ansamblul cilindric astfel obținut se aplică învelișul protector. Este permis ca între ansamblu și înveliș să se insereze o bandă sau un separator.

Se acceptă și următoarea variantă constructivă în cazul cablurilor cu izolație de cauciuc sau PVC: pe conductorii asamblați se extrudează un amestec elastomer sau termoplastic astfel încît să se formeze într-un singur corp comun și umplutura și un înveliș cilindric continuu semănînd cu o manta.

Grosimea acestui înveliș comun va fi conform tab. 3.1.4.

4.1.2 Asamblarea cu centură izolantă comună

Construcția cablului va fi realizată cum se indică la 4.1.1 cu precizarea că peste ansamblul cilindric de conductori se aplică un înveliș izolant suplimentar înaintea aplicării învelișului protector.

