

# **PRILOZI**

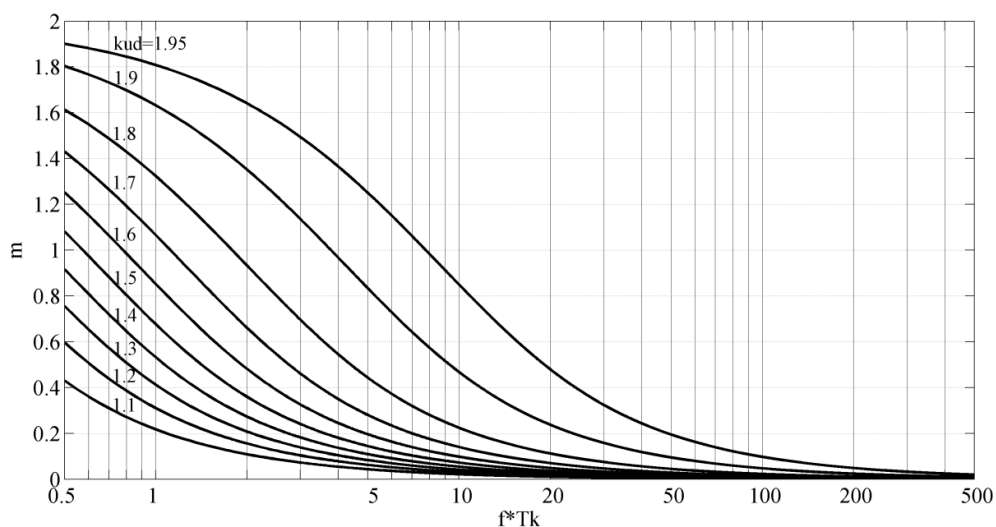
**iz VN razvodnih postrojenja**

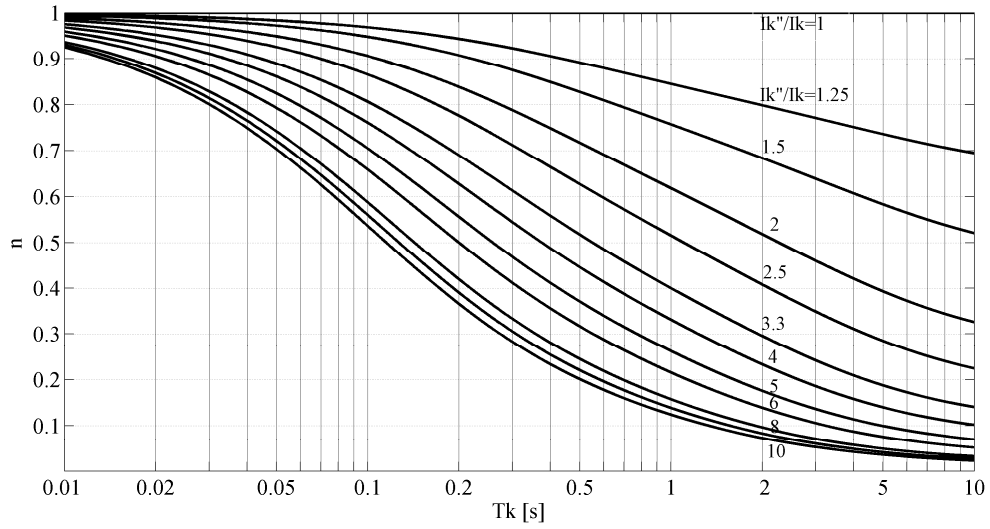
## I. Karakteristike materijala koji se koriste u postrojenjima

Tabela I.1. Karakteristike materijala

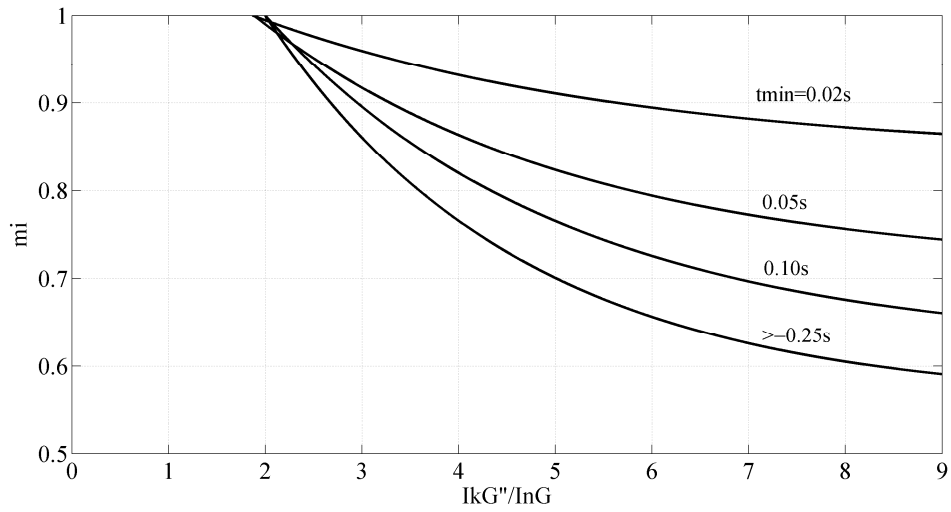
Parametar	Jedinica	Bakar	Aluminijum Al/Če užad Legure aluminijuma (aldrej)	Čelik
$c$	$J/kg \cdot ^\circ C$	390	910	480
$\rho$	$kg/m^3$	8900	2700	7850
$\kappa_{20}$	$1/(\Omega \cdot m)$	$56 \cdot 10^6$	$34.8 \cdot 10^6$	$7.25 \cdot 10^6$
$\alpha_{20}$	$1/^\circ C$	0.0039	0.004	0.0045
$E$	$N/m^2$	$125 \cdot 10^9$	$\approx 62 \cdot 10^9$ – Al, Al legure $\approx 75 \cdot 10^9$ – Al/Če užad	-
$R_{p0.2}$	$N/m^2$	$120 \cdot 10^9$	$50 \cdot 10^9$ - $80 \cdot 10^9$	-
$m_s$	$kg/m^3$	$8.96 \cdot 10^3$	$2,7 \cdot 10^3$ $kg/m^3$	-

## II. Proračun karakterističnih veličina struja kratkih spojeva

Slika II.1. Faktor „m“ u funkciji proizvoda  $f \cdot T_k$  i udarnim koeficijentom  $k_{ud}$  kao parametrom

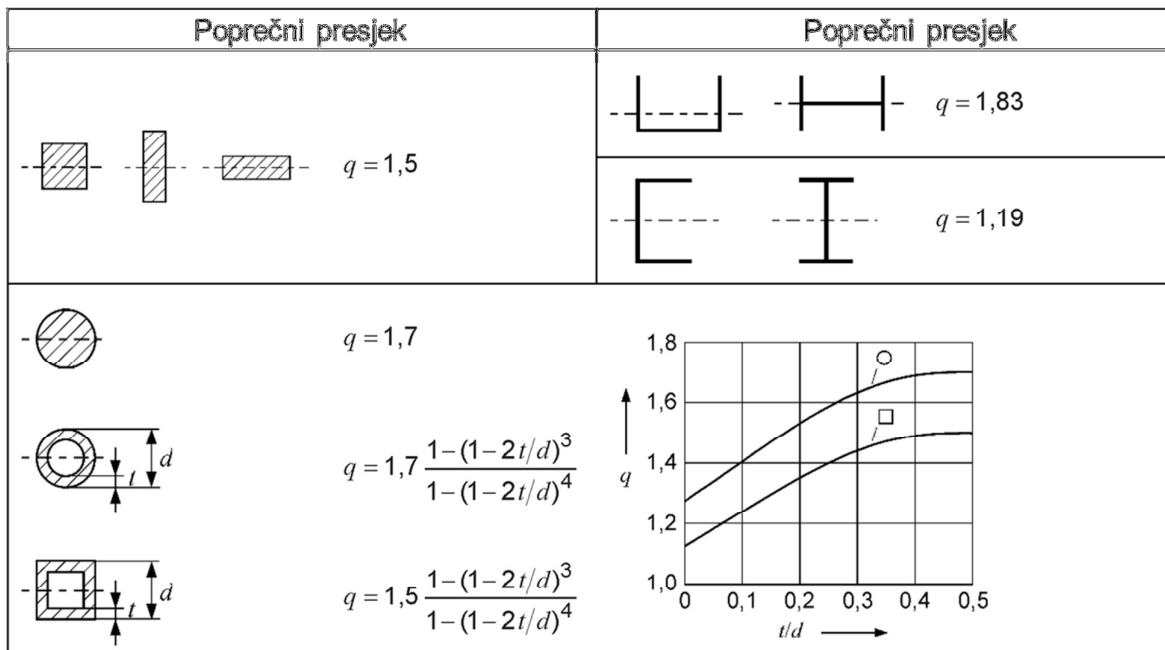


Slika II.2. Faktor „n“ u funkciji vremena  $T_k$  i odnosom  $I_k''/I_k$  kao parametrom

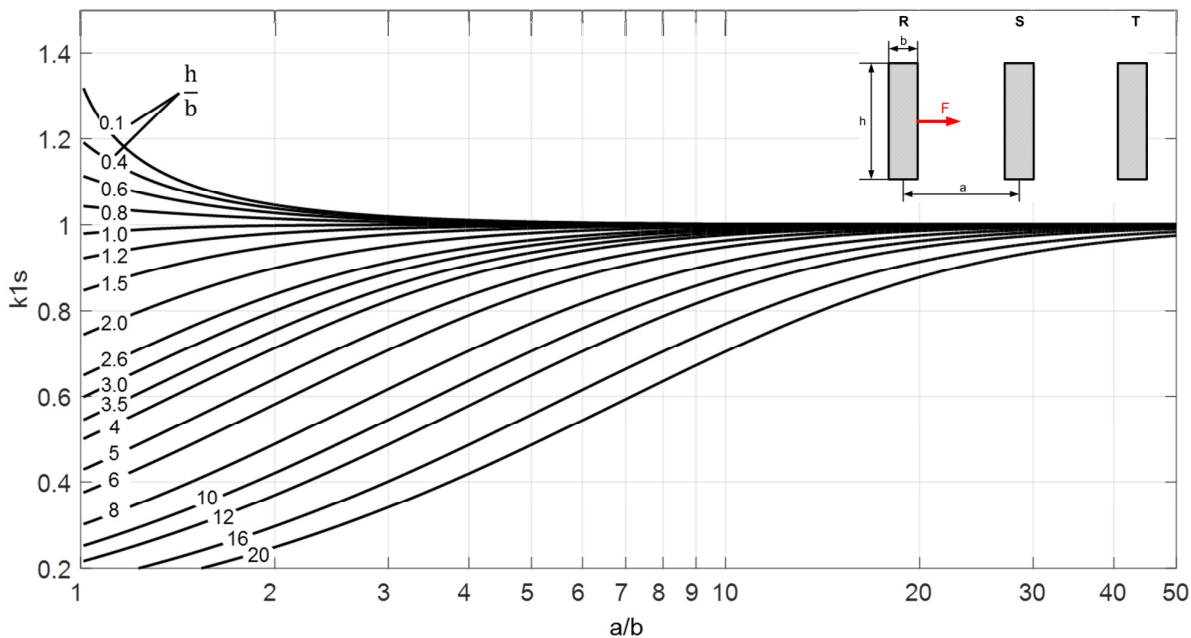


Slika II.3. Zavisnost faktora  $\mu$  od vremena  $t_{min}$  i odnosa  $I_{kG}''/I_{nG}$

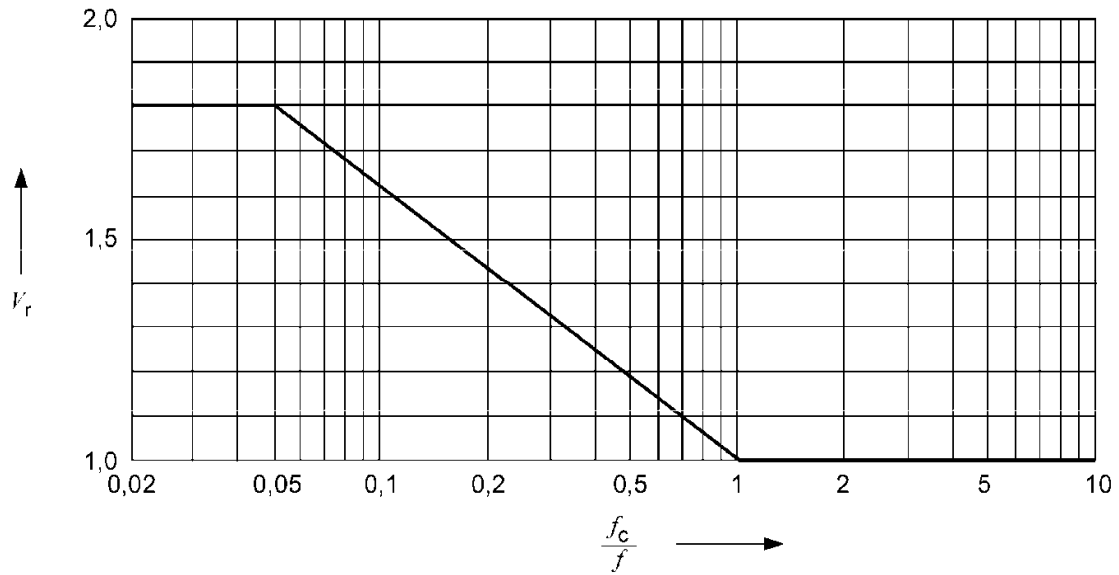
### III. Proračun efekata struja kratkih spojeva



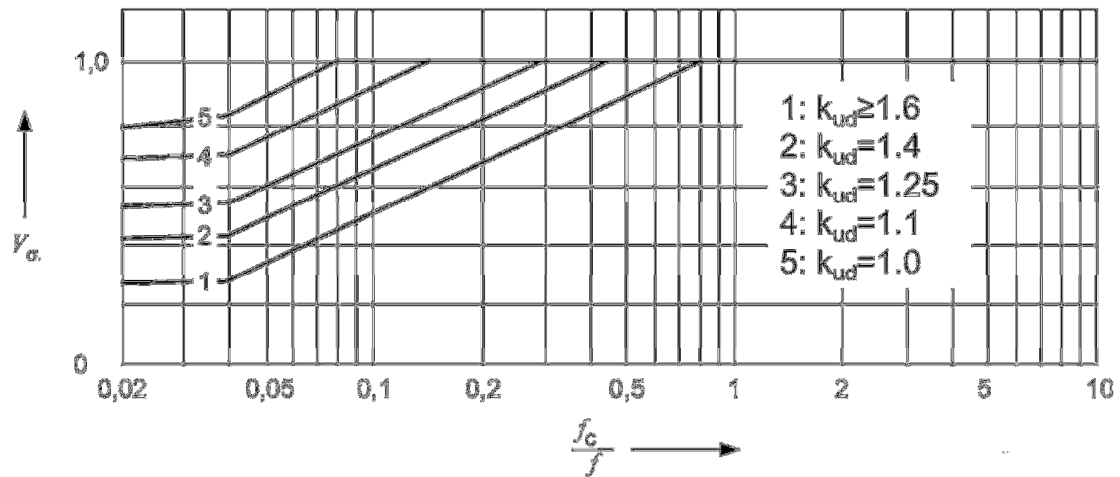
Slika III.1. Faktor plastičnosti provodnika zaviso od poprečnog presjeka



Slika III.2. Faktor  $k_{1s}$  za određivanje efektivnog razmaka između provodnika pravougaonog poprečnog presjeka u funkciji odnosa  $a/b$



Slika III.3. Faktor  $V_r$  - odnos napreznja provodnika na savijanje sa i bez trofaznog automatskog uključenja.



Slika III.4. Faktor  $V_\sigma$  - odnos dinamičkog i statičkog napreznja provodnika na savijanje

Tabela III.5. Faktori  $\alpha$ ,  $\beta$  i  $\gamma$  u funkciji broja raspona i načina učvršćenja provodnika

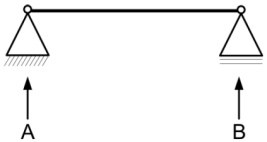
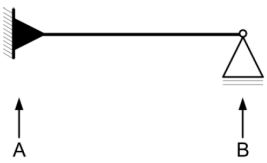
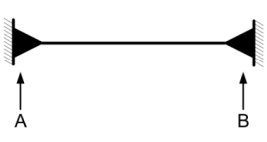
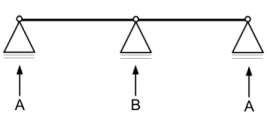
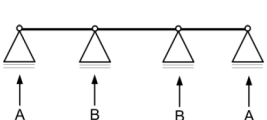
Broj raspona i način učvršćenja provodnika		Faktor $\alpha$	Faktor $\beta$	Faktor $\gamma$	
Provodnik u jednom rasponu	A: pokretno učvršćenje B: pokretno učvršćenje		A: 0.5 B: 0.5	1.0	1.57
	A: pokretno učvršćenje B: fiksno učvršćenje		A: 0.625 B: 0.375	0.73	2.45
	A: fiksno učvršćenje B: fiksno učvršćenje		A: 0.5 B: 0.5	0.5	3.56
Kontinualni provodnik sa jednakim rastojanjima između pokretnih učvršćenja	Dva raspona		A: 0.375 B: 1.25	0.73	2.45
	Tri ili više raspona		A: 0.4 B: 1.1	0.73	3.56

Tabela III.6. Moment inercije J u funkciji dejstva sile, rasporeda i profila provodnika

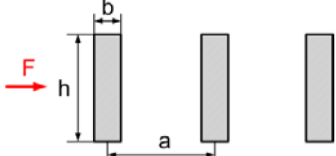
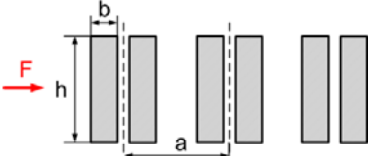
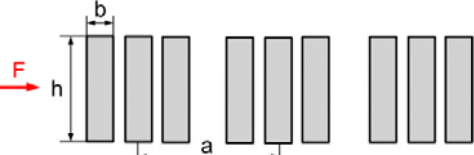
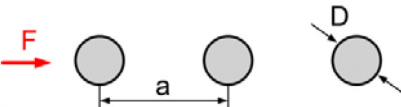

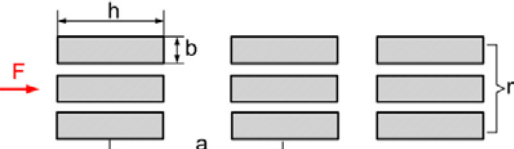
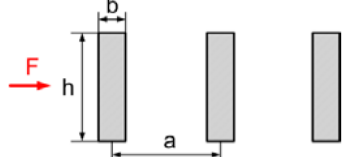
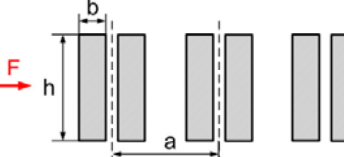
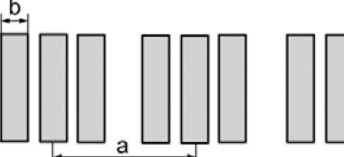
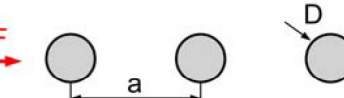


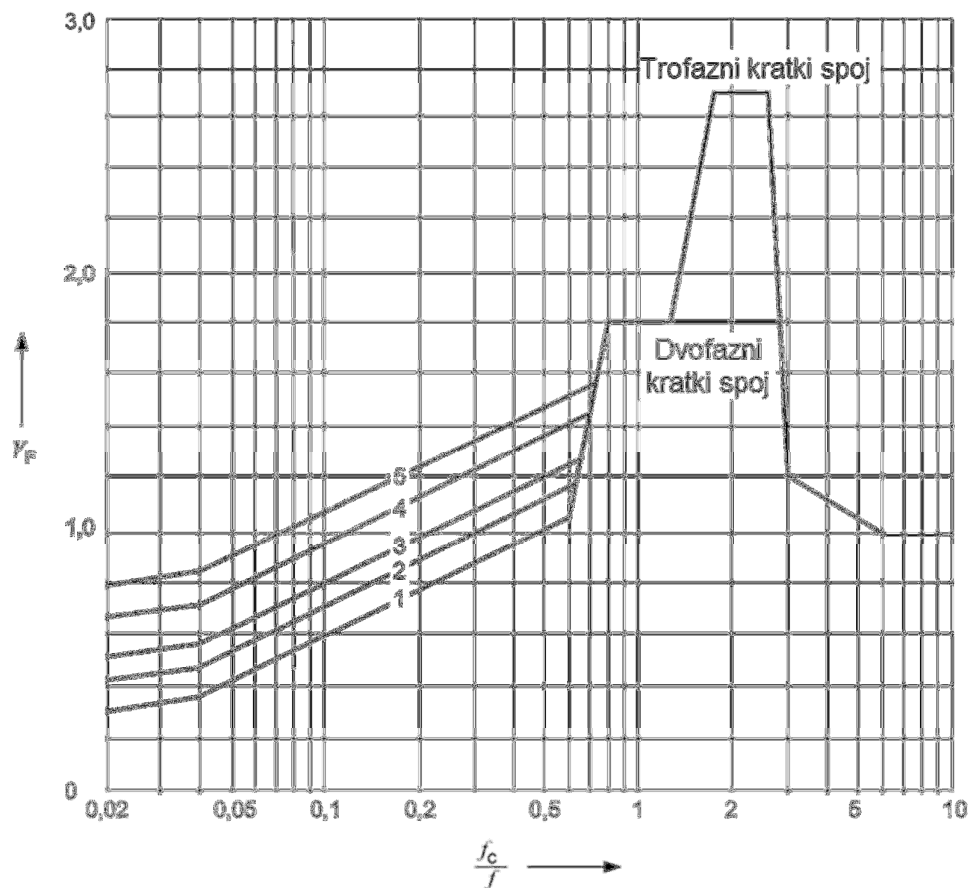
Skica dejstva sile, rasporeda i profila provodnika	Moment inercije J
	$J = \frac{b^3 \cdot h}{12}$
	$J = 2 \cdot 16 \cdot b^3 \cdot h$
	$J = 9.85 \cdot b^3 \cdot h$
	$J = \frac{\pi \cdot D^4}{64}$
	$J = \frac{\pi}{64} \cdot (D^4 - d^4)$
	$J = \frac{n \cdot b \cdot h^3}{12}$ <p style="text-align: center;"><math>n \leq 3</math></p>

Tabela III.7. Otporni moment provodnika

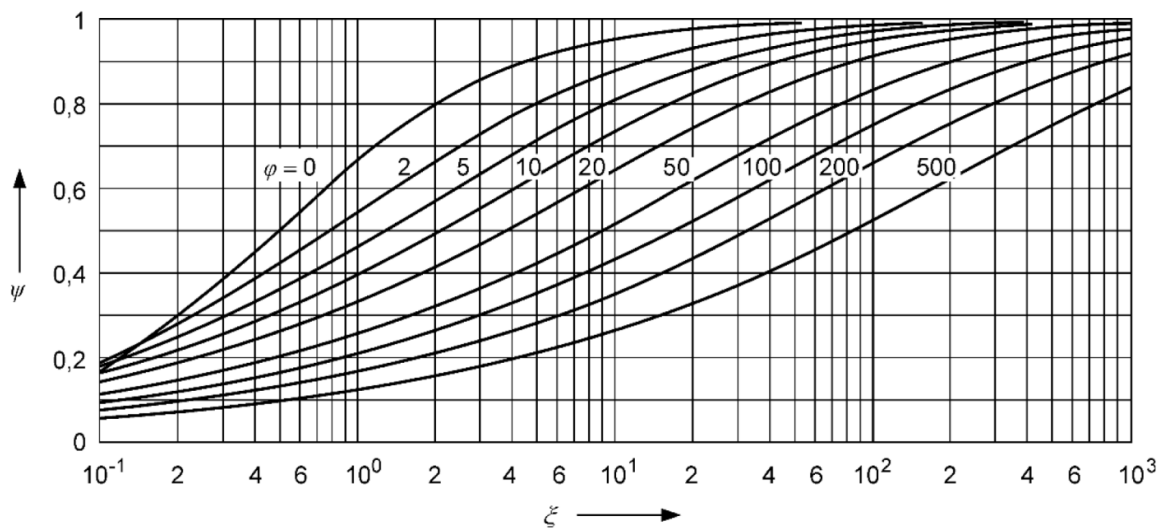
Skica dejstva sile, rasporeda i profila provodnika	Otporni moment Z
	$Z = \frac{b^2 \cdot h}{6}$
	$Z = 1.44 \cdot b^2 \cdot h$
	$Z = 3.3 \cdot b^2 \cdot h$
	$Z = \frac{\pi \cdot D^3}{32}$
	$Z = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{D^4 - d^4}{D}$
	$Z = \frac{n \cdot b \cdot h^2}{6}$ <p style="text-align: center;"><math>n \leq 3</math></p>





Kriva 1:  $k_{ud} \geq 1.6$ , 2:  $k_{ud} = 1.4$ , 3:  $k_{ud} = 1.25$ , 4:  $k_{ud} = 1.1$ , 5:  $k_{ud} = 1.0$

Slika III.8. Koeficijent  $V_F$  - odnos dinamičke i statičke sile na nosače



Slika III.9. Koeficijent  $\psi$  za proračun sile zatezanja  $F_t$

## IV. DOZVOLJENA STRUJNA OPTEREĆENJA PROVODNIKA RAZLIČITIH PROFILA

Tabela IV.1. Dozvoljena trajna strujna opterećenja za provodnike pravougaonog profila

Dozvoljena trajna opterećenja pravougaonih profila za temperaturu ambijenta  $\vartheta_a = 35^\circ\text{C}$  i nadtemperaturu  $\Delta\vartheta = 30^\circ\text{C}$ , za frekvencije 40 - 60 Hz

Dimenzije mm	Površina mm <sup>2</sup>	Bakar E-Cu	Struje u A								Alu minijum E-Al	Struje u A											
			Obojeni Broj provodnika po fazi				Neobojeni Broj provodnika po fazi					Obojeni Broj provodnika po fazi				Neobojeni Broj provodnika po fazi							
			1	2	3	→ 50 ←	1	2	3	→ 50 ←		1	2	3	→ 50 ←	1	2	3	→ 50 ←				
12x2	23,5	F 37	125	225					110	200					F 11	100	180			80	140		
15x2	29,5		155	270					140	240						125	215			95	170		
20x2	39,5		205	350					185	315						165	280			120	220		
20x3	59,5		245	425					220	380						195	340			145	270		
20x5	99,1	F 30	325	560					295	500						260	440			195	350		
25x3	74,5	F 37	300	520					270	460						240	410			180	330		
30x3	89,5	F 37	355	610					315	540						280	480			205	385		
30x5	149	F 30	450	780					400	700						360	625			270	500		
40x5	199	F 30	600	1000					520	900						460	800			350	650		
40x10*	399	F 25	850	1500	2060	2800			760	1350	1850	2500			F 10	670	1200	1650	2250	515	975	1350	1800
50x5*	249	F 30	720	1220	1750	2300			630	1100	1650	2100				560	970	1400	1850	425	780	1120	1500
50x10*	499	F 25	1030	1800	2450	3330			920	1600	2250	3000				820	1440	1960	2660	625	1150	1600	2160
60x5*	299	F 30	850	1430	1950	2650			760	1250	1760	2400				670	1160	1600	2120	500	900	1300	1730
60x10*	599	F 25	1200	2100	2800	3700			1060	1900	2600	3500				960	1680	2280	3040	730	1330	1900	2500
80x5*	399	F 30	1070	1900	2500	3200			970	1700	2300	3000			F 9	880	1500	2000	2600	680	1170	1650	2230
80x10*	799	F 25	1560	2500	3300	4500			1380	2300	3100	4200				1250	2140	2860	3800	940	1700	2360	3150
100x5*	499	F 30	1350	2300	3000	3800			1200	2050	2850	3500				1080	1880	2450	3100	820	1440	2000	2600
100x10*	999	F 25	1880	3100	4000	5400			1700	2800	3650	5000				1520	2550	3400	4300	1150	2050	2800	3700
120x10*	1200		2200	3500	4500	6100			2000	3100	4100	5700				1800	3000	3850	5000	1350	2400	3250	4300
160x10*	1600		2800	4400	5800	7800			2500	3900	5300	7300				2300	3800	5000	6200	1750	3000	4150	5300
200x10*	2000		3350	5300	6900	9400			3000	4750	6350	8800				2850	4600	5900	7500	2150	3650	4950	6400

\*Preporučuje se za sabirnice. Ostali profili za spoj sabirnica i aparata.

Tabela IV.2. Dozvoljena trajna strujna opterećenja za provodnike kružnog profila

Dozvoljena trajna opterećenja kružnih profila za temperaturu ambijenta  $\vartheta_a = 35^\circ\text{C}$  i nadtemperaturu  $\Delta\vartheta = 30^\circ\text{C}$ , za frekvencije 40 - 60 Hz

Prečnik mm	Površina mm <sup>2</sup>	Bakar E-Cu	Struje u A		Alumi nijum E-Al	Struje u A	
			obojen	neobojen		obojen	neobojen
6	19.5	F 37	95	85	F 11	75	67
8	50.3	F 37	178	159	F 11	142	124
10	78.5	F 37	243	213	F 11	193	187
16	201	F 30	464	401	F 9	370	314
20	314	F 30	629	539	F 9	504	424
32	804	F 30	1160	976	F 6.5	854	789
50	1960	F 30	1930	1610	F 6.5	1680	1360

Tabela IV.3. Dozvoljena trajna strujna opterećenja za provodnike „U“ profila

Dozvoljena trajna opterećenja U profila za temperaturu ambijenta  $\vartheta_a = 35^\circ\text{C}$  i nadtemperaturu  $\Delta\vartheta = 30^\circ\text{C}$ , za frekvencije 40 - 60 Hz

O z n a k a	Dimenzije				Površina		Bakar E-Cu	Struje u A				Alu mini jum E-Al	Struje u A			
					l			obojen		neobojen			obojen		neobojen	
	h	b	s	i				mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	l			l		l	
6	60	30	4	25	448	896	F 30	1100	2250	990	2100	F 6.5	880	1800	685	1370
8	80	37.5	6	25	858	1720		1800	3200	1650	2900		1460	2540	1140	2000
10	100	37.5	8	25	1270	2540		2500	4300	2300	3900	F 8	2000	3450	1550	2700
12	120	45	10	30	1900	3800	F 25	3400	5900	3100	5300		2720	4700	2100	3750
14	140	52.5	11	35	2450	4900		4200	7300	3800	6500		3350	5800	2600	4600
16	160	60	12	40	3070	6140		5000	8800	4500	7900		4000	7000	3100	5400
18	180	67.5	13	45	3760	7520		6000	10300	5400	9200		4750	8200	3600	6400
20	200	75	14	50	4510	9020		6900	11900	6200	10700		5500	9500	4300	7400

Tabela IV.4. Dozvoljena trajna strujna opterećenja za provodnike cijevnog profila

Dozvoljena trajna opterećenja cevi kružnog preseka za temperaturu ambijenta  $\vartheta_a = 35^\circ\text{C}$  i nadtemperaturu  $\Delta\vartheta = 30^\circ\text{C}$ , za frekvencije 40 - 60 Hz

Prečnik d	Debljina zida s	Površina $\text{mm}^2$	Bakar E-Cu	Struje u A za frekvencije do 60 Hz		Alumin ijum E-Al	Struje u A za frekvencije do 60 Hz		
				obojen	neobojen		obojen	neobojen	
20	2	113	F 30	360	325				
	3	160		430	400				
	4	201		480	430				
32	2	189		610	540	F 10	480	400	
	3	273		740	640		580	480	
	4	352		840	730		650	550	
40	2	239		750	660		590	490	
	3	349		910	790		720	590	
	4	452		1030	900		820	670	
50	5	550		1140	1000		900	740	
	3	443		1130	980		890	730	
	4	578		1290	1120		1010	830	
63	5	707	F 25	1420	1240		1120	920	
	6	829		1530	1340		1210	990	
	8	1060	F 30	1720	1490	F 7	1370	1120	
	3	566		1410	1220		F 10	1110	900
	4	741	F 25	1610	1400		1270	1030	
	5	911		1780	1540		1410	1140	
	6	1070		1930	1670		F 7	1520	1230
	8	1380		2170	1880		F 7	1720	1390

Tabela IV.5. Dozvoljena trajna strujna opterećenja za provodnike od užadi

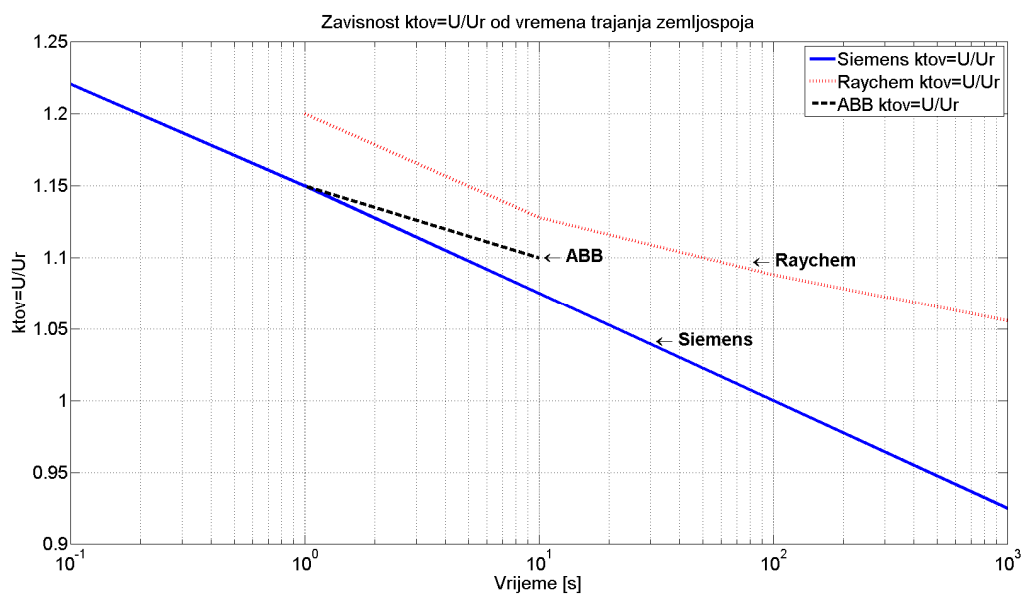
Dozvoljena trajna opterećenja užadi Al/Č za temperaturu ambijenta  $\vartheta_a = 40^\circ\text{C}$  i nadtemperaturu  $\Delta\vartheta = 40^\circ\text{C}$ , za frekvencije 40 - 60 Hz

Naznačeni presek Al/Č ( $\text{mm}^2$ )	Spoljni prečnik užeta (mm)	Odnos preseka Al/Č	Podužna masa (kg/m)	Trajno dozvoljeno opterećenje za spoljnu montažu (A)
16/2.5	5,4	6,0	0,062	90
25/4	6,8	6,0	0,097	125
35/6	8,1	6,0	0,140	145
50/8	9,6	6,0	0,196	170
70/12	11,7	5,7	0,284	290
95/15	13,6	6,0	0,383	350
120/20	15,5	6,0	0,494	410
125/30	16,1	4,2	0,591	425
150/25	17,1	6,0	0,605	470
170/40	18,9	4,3	0,794	520
185/30	19,0	6,2	0,746	535
210/35	20,3	6,0	0,850	590
210/50	21,0	4,2	0,981	610
240/40	21,9	5,9	0,987	645
300/50	24,5	6,0	1,236	740
340/30	25,0	11,3	1,180	790
435/55	28,8	7,9	1,653	900
490/65	30,6	7,7	1,866	960
560/50	32,2	11,2	1,954	1040
680/85	36,0	8,0	2,570	1150

## V. PODACI O ODVODNICIMA PRENAPONA

Tabela 5.1. Podaci o odvodnicima prenapona

Tip	Nazivni napon odvodnika kV	Minimalni naizmjenični napon reagovanja kV eff	Max. 100% udarni napon reagovanja za talas 1.2/50 $\mu$ s kV tv	Maximalni udarni napon reagovanja na čelu talasa kV tv	Maximalni preostali napon za udarne struje (8/120 $\mu$ s) od		
					5000 A kV tv	10000 A kV tv	20000 A kV tv
VOP 5da	1.5	2.7	4.5	5.4	4.4	5	5.5
	3	5.4	9	10.5	8.8	10	11
	6	11	18	21	18	20	22
	9	16.6	27	31	27	29	33
	12	22	26	42	36	39	44
	15	28	44	51	44	49	55
	18	32.5	54	63	53	60	66
	21	38	62	73	63	70	79
	25.5	46	76	89	76	84	93
	30	55	88	100	88	97	110
VOP 6ea	37.5	69	102	123	99	110	128
	40.5	74	110	132	107	119	138
	42	78	114	137	112	124	143
	45	83	122	147	119	133	153
	55.5	102	150	181	146	164	188
	60	111	164	195	159	177	204
	73.5	135	200	240	195	216	250
	81	149	220	264	215	238	276
	90	165	245	293	239	264	307
	97.5	180	265	318	258	286	332
	105	193	285	342	278	309	357
	117	215	318	381	310	344	400
120	220	326	391	318	352	410	
HMM	132	198	304	356	272	304	343
	144	216	331	389	302	304	374
	156	234	359	421	328	359	406
	168	252	386	454	353	386	437
	180	270	414	486	378	414	468
	192	288	442	518	403	442	499
	204	306	469	551	428	469	530
	216	324	497	583	454	497	562
	228	342	524	616	479	524	593
	240	360	552	648	504	552	624
	252	378	580	680	529	580	655
	264	396	607	713	554	607	686
	276	414	635	745	580	635	718
	288	432	642	778	605	642	749
	300	450	690	810	630	690	780
	312	468	718	842	655	718	811
	324	486	745	875	680	745	842
	336	504	773	907	706	773	874
	348	522	800	940	731	800	905
	360	540	828	972	756	828	936
372	558	856	1004	781	856	967	
384	576	883	1037	806	883	998	
396	594	911	1069	832	911	1030	
408	612	938	1102	857	938	1061	
420	630	966	1134	882	966	1092	
432	648	994	1166	907	994	1123	



Slika V.2. Vrijednosti koeficijenta  $K_{tov}$  različitih proizvođača

## VI. PODACI O PREKIDAČIMA

Tabela VI.1 Naznačeni podaci nekih prekidača

Proizvođač	Vrsta	Nazivni napon (kV)	Nazivna struja (A)	Nazivna snaga isključenja (MVA)	Dozvoljena struja u toku 1. sek. (kA)	
"Minel" - Beograd	malouljni	10	400	150	8.5	
			500	250	14.5	
			630	250	14.5	
			630	350	16.5	
			630	500	34	
			800	350	20	
			800	350	24	
			800	500	34	
			1250	350	24	
			1250	500	20	
			1250	500	34	
			1250	750	48	
			1750	500	34	
			1750	750	48	
			2000	500	34	
			20	630	350	10
				630	500	16.5
				630	750	14.5
				800	350	17
				800	500	24
		800		750	14.5	
		800		750	29	
		1250		350	17	
		1250		500	24	
		1250		750	14.5	
		1250		750	29	
		1250		1000	33	
		1750		500	24	
		1750		750	29	
		1750		1000	33	
		35		630	350	10
				630	750	14.5
				800	350	10
				800	500	10
				800	750	14.5
			800	750	18	
			1250	500	10	
			1250	500	12	
			1250	750	14.5	
			1250	750	18	
			1250	1000	25	
			1500	500	10	
			1500	750	18	
			1500	1000	25	
			1600	500	12	
			110	1600	5000	26.3
				1250	3500	31.7
				1250	4000	36.3
		1250		5000	26.3	
		1250		5000	45.5	
1250	6700	54.5				
1600	5000	26.3				
1600	5000	45.5				
2000	6700	54.5				
2000	8500	69.2				
220	2500	8500	69.2			
	1250	6700	54.5			
	2000	6700	54.5			
	2000	8500	69.2			
	2000	10000	58.7			
	2000	12000	54.5			
380	2500	8500	69.2			
	1250	11500	54.5			
	2000	11500	54.5			
	2000	20000	60.8			
	2000	22700	54.5			
		2500	14500	69.2		

Prilozi iz VN razvodnih postrojenja

Proizvođač	Vrsta	Nazivni napon (kV)	Nazivna struja (A)	Nazivna snaga isključenja (MVA)	Dozvoljena struja u toku 1. sek. (kA)	
"Elektrosrbija"	malouljni	10	400	150	8.5	
			400	250	14.5	
			630	250	14.5	
			630	350	20	
			800	350	20	
			800	500	20	
		20	1250	500	20	
			630	350	10	
			630	500	14.5	
			800	350	10	
			800	500	14.5	
			800	750	14.5	
		35	1250	750	14.5	
			630	3500	36.5	
			800	3500	36.5	
		110	1250	3500	36.5	
			220	1250	10000	58.7
			1600	10000	58.7	
		380	2000	10000	58.7	
			1250	20000	60.8	
1600	20000		60.8			
2000	20000		60.8			
"Energoinvest" - Sarajevo	malouljni	10	630	500		
			800	500		
			1250	1000		
			2500	1000		
		35	1250	1500		
		110	1000	2500	13.2	
220	1250	3500	18.4			
			8000	21		
"Rade Končar" - Zagreb	hidromatski	6, 10	400	100		
			400	200	15	
			600	200	20	
			600	250	20	
			600	400	30	
			800	200	20	
			800	250	20	
			800	400	30	
			35	600	400	30
			malouljni	10	400	330
	800	330			27.7	
	800	420			35	
	1250	520			43.3	
	1250	520			43.3	
	20	800		500	20.7	
		800		660	27.7	
		800		660	27.7	
		1250		660	27.7	
		1250		660	27.7	
	35	800	820	21.6		
800		1050	27.7			
800		1050	27.7			
1250		1050	27.7			
1250		1050	27.7			
pneumatski	110	800	3500	32.5		
		800	5000	46		
		1250	6500	60.5		
		1250	7500	69.5		
		1250	7500	69.5		
	220	1250	9000	35.4		
		1250	10000			
		1250	12000	56		
		1250	15000	69.5		
		1250	15000	69.5		
380	1250	15000				
	1250	25000	95			
	1250	25000				
	1600	25000				
	1600	25000				

## VII. PODACI O RASTAVLJAČIMA

Tabela VII.1 Naznačeni podaci nekih rastavljača

Proizvođač	Vrsta	Nazivni napon (kV)	Nazivna struja (A)	Dozvoljena udarna struja (kA)	Dozvoljena struja u toku 1. sek. (kA)
"Minel" - Beograd	Tropolni - dva izolatora, u.m.	12 (10)	630	50	20
			630	75	30
			1250	75	30
			1250	125	50
			1250	150	60
			1600	75	30
			1600	125	50
			1600	150	60
			2500	75	30
			2500	125	50
			2500	150	60
			3150	75	30
		3150	125	50	
		3150	150	60	
		4000	125	50	
		4000	150	60	
		24 (20)	630	50	20
			630	75	30
			1250	75	30
			1250	125	50
			1600	75	30
			1600	125	50
			2500	75	30
			2500	125	50
			3150	75	30
			3150	125	50
			4000	125	50
			38 (35)	630	50
		630		75	30
		1250		75	30
		1250		125	50
		1600		75	30
		1600		125	50
2500	75	30			
2500	125	50			
3150	75	30			
3150	125	50			
4000	125	50			
Rastavljači sa obrotnim izolatorom - dva izolatora, s.m.	123 (110)	1250		75	54.5
		2000	100	54.5	
	245 (220)	1250	75	54.5	
		2000	100	54.5	
	420 (380)	2000	100	54.5	
		2000	125	54.5	



Prilozi iz VN razvodnih postrojenja

Proizvođač	Vrsta	Nazivni napon (kV)	Nazivna struja (A)	Dozvoljena udarna struja (kA)	Dozvoljena struja u toku 1. sek. (kA)
"Energoinvest" - Sarajevo	Jednopolni - dva izolatora, u.m.	12 (10)	200	25	10
		38 (35)	200	25	10
			630	31	12.4
	Jednopolni - dva izolatora, s.m.	38 (35)	630	50	20
			800	50	20
			1250	60	24
		123 (110)	630	50	20
			800	50	20
		1250	60	24	
		245 (220)	1250	60	24
	Jednopolni - tri izolatora, s.m.	245 (220)	1250	75	30
	Tropolni - dva izolatora, u.m.	12 (10)	200	50	20
		24 (20)	200	50	20
		38 (35)	200	50	20
	Tropolni - dva izolatora, s.m.	24 (20)	400	50	20
38 (35)		800	50	20	
Rastavljači sa obrnim izolatorom - dva izolatora, s.m.	38 (35)	630	50	20	
		800	60	24	
	123 (110)	630	50	20	
		800	50	20	
	1250	60	24		
	245 (220)	1250	60	24	
Rastavljači sa obrnim izolatorom - tri izolatora, s.m.	38 (35)	630	50	20	
		800	50	20	
		1250	75	30	
	123 (110)	630	50	20	
		800	50	20	
	1250	75	30		
	245 (220)	1250	75	30	
Pantografski - s.m.	123 (110)	800	45	18	
		1250	45	18	
	245 (220)	800	45	18	
		1250	45	18	
"Rade Končar" - Zagreb	Jednopolni - dva izolatora, u.m.	12 (10)	400	35	20
			630	50	30
			1000	100	60
			2000	150	75
			400	35	20
		630	50	30	
	Jednopolni - dva izolatora, s.m.	123 (110)	600	50	30
	Pantografski - s.m.	123 (110)	800	50	20
			1250	50	20
245 (220)		800	50	20	
		1250	50	20	

## VIII. PODACI O STRUJNIM TRANSFORMATORIMA

Tabela VIII.1: Naznačene primarne struje strujnih transformatora

$I_{ln}$ (A)	x1, x10, x100									
	10	12,5	15	20	25	30	40	50	60	75

Tabela VIII.2. Izbor klase tačnosti, faktora tačnosti i faktora sigurnosti

Namjena	Klasa tačnosti	$F_t$	$F_s$
<b>Strujni transformatori za mjerenje</b>			
Najtačnija lab. mjerenja, baždarenje	0,1		1
Lab. mjerenja, ispitne stanice, tačna mjerenja snage i obračun el. energije velikih potrošača, posebno pri niskom $\cos\varphi$	0,2		ili
Tačna pogonska mjerenja i obračun veće potrošnje el. energije, tačni mjerni instrumenti	0,5		
Pogonska mjerenja svih vrsta	1		5
Gruba pogonska mjerenja	3		10
<b>Strujni transformatori za zaštitu</b>			
Nezavisni prekostrujni releji Zavisni ili ograničeno zavisni prekostrujni releji Diferencijalna zaštita Automatski regulator napona		10P	
Distantna zaštita		10P ili 5P	
Zemljospojna zaštita			

Tabela VIII.3: Standardne vrijednosti snaga strujnih transformatora (jezgara) su:

za mjerenje [VA]:	2.5	5	10	15	30
za zaštitu [VA]:	10	15	30	45	60

Tabela VIII.4. Prosječno opterećenje instrumenata u strujnom/naponskom kolu mjernih transformatora

Instrument	Oznaka u simbolu	Prosječna potrošnja	
		u strujnom kolu VA	u naponskom kolu VA
Ampermetar	A	0.7 ÷ 3	
Voltmetar	V	-	1 ÷ 4
Vatmetar	W	1 ÷ 3	2 ÷ 5
Brojilo aktivne ili reaktivne energije	Wh, VArh	1	2 ÷ 4
cos φ - metar	φ	0.8 ÷ 3	2.5 ÷ 5
Frekvencmetar	Hz	-	1 ÷ 2
Sinhronoskop	Sy	-	10
Registrujući ampermetar	A	3 ÷ 4	-
voltmetar	V	-	1 ÷ 10
vatmetar	W	6	4 ÷ 13
cos φ - metar	φ	14	12
Prekostrujni relej	I >	3	-
Prekostrujni vremenski relej	I >	7 ÷ 10	-
Nadnaponski relej	U >	-	1 ÷ 7
Usmerni relej	>	2 ÷ 10	1 ÷ 8
Diferencijalni relej	ΔI >	1.6 ÷ 2	-
Distantni relej (impedantni, reaktivni)	Z <, X <	2.5 ÷ 20	1
u slučaju kratkog spoja		-	80 ÷ 120
Termički relej	Θ >	7 ÷ 10	-
Im provodnika Cu 2.5 mm <sup>2</sup> pri I <sub>n</sub> = 5A		0.18	-
4		0.11	-
6		0.07	-

Tabela VIII.5 Karakteristike ST-a pojedinih proizvođača (sljedeće strane)

Vrsta strujnog transformatora	Oznaka	Naz. napon $U_n$ [kV]	Naznače. primarna struja [A]	Naz. sekundarna struja [A]	Dinamička struja $I_{ud}$	Termička struja $I_{ts}$
1 P	STEM - 1211	10	2 x 5 - 2 x 250	5 (ili 1)	2.5 $I_{ts}$	(100 - 150) $I_n$
2 P	STEM - 1221	"	"	"	"	"
2 P	STEM - 1221 S	"	"	"	"	"
1 P	STEM - 2411	20	"	"	"	"
2 P	STEM - 2421	"	"	"	"	"
1 P	STEM - 2411 SM	"	"	"	"	(100 - 200) $I_n$
2 P	STEM - 2421 SM	"	"	"	"	"
1 P	STEM - 3811	35	"	"	"	(100 - 150) $I_n$
2 P	STEM - 3821	"	"	"	"	"
1 P	STEM - 3811 SM	"	"	"	"	(100 - 200) $I_n$
2 P	STEM - 3821 SM	"	"	"	"	"
"Rade Končar"	ABK - 12 kV	10	(5-2000),(2x5-2x600)	5 (ili 1)	2.5 $I_{ts}$ (max 120 kA)	(100 - 500) $I_n$ (max 150 kA)
1 P	ASK - 1211	"	(5-1500),(2x5-2x600)	"	2.5 $I_{ts}$ (max 150 kA)	(100 - 600) $I_n$ (max 150 kA)
1 N	ASK - 1210	"	"	"	"	"
2 P	ASK - 1221	"	"	"	"	"
2 N	ASK - 1220	"	"	"	"	"
3 P	ASK - 1231	"	"	"	"	"
3 N	ASK - 1230	"	"	"	"	"
1 P	ABK - 24 kV	20	(5-1200),(2x5-2x600)	"	2.5 $I_{ts}$ (max 120 kA)	(100 - 500) $I_n$ (max 120 kA)
1 N	ASK - 2411	"	(5-1500),(2x5-2x600)	"	2.5 $I_{ts}$ (max 150 kA)	(100 - 600) $I_n$ (max 150 kA)
2 P	ASK - 2410	"	"	"	"	"
2 P	ASK - 2421	"	"	"	"	"
2 N	ASK - 2420	"	"	"	"	"
3 P	ASK - 2431	"	"	"	"	"
3 N	ASK - 2430	"	"	"	"	"
1 P	ASK - 3811	35	"	"	"	"
1 N	ASK - 3810	"	"	"	"	"
2 P	ASK - 3821	"	"	"	"	"
2 N	ASK - 3820	"	"	"	"	"
3 P	ASK - 3831	"	"	"	"	"
3 N	ASK - 3830	"	"	"	"	"
	STSM 12	10	(5-200),(2x5-2x600)	"	2.5 $I_{ts}$ (max 120 kA)	(100 - 500) $I_n$
	STSM 24	20	"	"	"	"
	STSM 38	35	"	"	"	"

1 P - transformator sa jednim jezgrom primarno prespojiv  
 2 P - transformator sa dva jezgra primarno prespojiv  
 3 P - transformator sa tri jezgra primarno prespojiv

1 N - transformator sa jednim jezgrom primarno neprespojiv  
 2 N - transformator sa dva jezgra primarno neprespojiv  
 3 N - transformator sa tri jezgra primarno neprespojiv

Vrsta strujnog transformatora	Oznaka	Naz. napon $U_n$ [kV]	Nazivna primarna struja [A]	Naz. sekundarna struja [A]	Dinamička struja $i_{ud}$	Termička struja $I_{IS}$
Polpornog tipa "Minea" Zrenjanin	IN - 10	10	5- 1200 , ( 2x5-2x600 ) *	5 ( 1 , 2 ili 2.5 )	2.5 $I_{IS}$	(100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 1000) $I_n$
	IN - 20	20	"	"	"	"
	IN - 30	35	"	"	"	"
Uljni "Rade Končar" Zagreb	APU - 38	35	2x(50, 75, 100, 150, 200, 300, 400)	5 ( ili 1 )	200 $I_n$ (max 50 ka)	100 $I_n$ (max 20 kA)
	APU - 123	110	2x( 50, 75, 100, 150, 250, 300, 400, 600, 750)	"	250 $I_n$ (max 100 kA)	100 $I_n$ (max 40 kA)
	APU - 245	220	2x(50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 600, 750)	"	"	"
	APU - 420	380	2x(300, 400, 500, 600, 750, 800, 1000)	"	100 kA	40 kA
Siemens	4 MA 62	10	(20-2500),(2x20-2x600)	5 ( ili 1 )	3 $I_{IS}$ (max 160 kA)	80 $i_n$
	4 MA 64	20	"	"	"	"
	4 MA 66	35	(20-2000),(2x20-2x600)	"	"	"
	4 MB 12	10	1500 - 4000	"	3 $I_{IS}$	100 $I_n$
	4 MB 14	20	"	"	"	"
	4 MC 22	10	150 - 3000**	"	"	"
	4 MC 24	20	"	"	"	"
	4 MC 26	35	"	"	"	"
	4 MC 32	10	2000 - 10000**	"	"	"
	4 MC 34	20	"	"	"	"
	4 MC 36	35	"	"	"	"
	4 ME 12	10	(5-1200),(2x5-2x600)	"	2.5 $I_{IS}$	( 100, 200, 300 ) $I_n$
	4 ME 14	20	"	"	"	( 100, 200 ) $I_n$
4 ME 16	35	"	"	"	"	

## IX. PODACI O NAPONSKIM TRANSFORMATORIMA

Tabela IX.1. Izbor klase tačnosti naponskih transformatora

Namjena	Klasa tačnosti
<b>Naponski transformatori za mjerenje</b>	
Najtačnija laboratorijska mjerenja, Baždarenje	0,1
Lab. mjerenja, ispitne stanice, tačna mjerenja snage i obračun el. energije velikih potrošača, posebno pri niskom $\cos\varphi$	0,2
Tačna pogonska mjerenja i obračun veće potrošnje el. energije, tačni mjerni instrumenti	0,5
Pogonska mjerenja svih vrsta	1,0
Gruba pogonska mjerenja	3,0
<b>Naponski transformatori za zaštitu</b>	
Automatski regulator napona	3P
Distantna zaštita	3P
Zemljospojna zaštita	6P

Tabela IX.2. Naznačene snage naponskih transformatora  
10 – 15 – 25 – 30 – 50 – 75 – 100 – 150 – 200 – 300 – 400 – 500 [VA]

Tabela IX.3. Prosječno opterećenje instrumenata u strujnom/naponskom kolu mjernih transformatora

Instrument	Oznaka u simbolu	Prosječna potrošnja	
		u strujnom kolu VA	u naponskom kolu VA
Ampermetar	A	0.7 ÷ 3	
Voltmetar	V	-	1 ÷ 4
Vatmetar	W	1 ÷ 3	2 ÷ 5
Brojilo aktivne ili reaktivne energije	Wh, VArh	1	2 ÷ 4
$\cos\varphi$ - metar	$\varphi$	0.8 ÷ 3	2.5 ÷ 5
Frekvencmetar	Hz	-	1 ÷ 2
Sinhronoskop	Sy	-	10
Registrujući ampermetar	A	3 ÷ 4	-
voltmetar	V	-	1 ÷ 10
vatmetar	W	6	4 ÷ 13
$\cos\varphi$ - metar	$\varphi$	14	12
Prekostrujni relej	I >	3	-
Prekostrujni vremenski relej	I >	7 ÷ 10	-
Nadnaponski relej	U >	-	1 ÷ 7
Usmerni relej	>	2 ÷ 10	1 ÷ 8
Diferencijalni relej	$\Delta I$ >	1.6 ÷ 2	-
Distantni relej (impedantni, reaktivni)	Z <, X <	2.5 ÷ 20	1
u slučaju kratkog spoja		-	80 ÷ 120
Termički relej	$\Theta$ >	7 ÷ 10	-
1m provodnika Cu 2.5 mm <sup>2</sup> pri I <sub>n</sub> = 5A		0.18	-
4		0.11	-
6		0.07	-

Tabela IX.4. Podaci o naponskim transformatorima pojedinih proizvođača

Vrsta naponskog transformatora	Oznaka	Primarni napon(i) [kV]	Sekundarni napon [V]	Tercijet [V]	Zemljospojni namotaj napona [V]	Klasa	Nazivna snaga [VA]
"Mifel" Jednopolno izolovan Dvopolno izolovan Jednopolno izolovan Dvopolno izolovan Jednopolno izolovan	UEN - 10	$3/\sqrt{3}, 5/\sqrt{3}, 6/\sqrt{3}, 10/\sqrt{3}$	$100/\sqrt{3}$ ili 100	$110/\sqrt{3}$	100 / 3	0.2 0.5 1 1 1 1	30 90 180 180 180 180 180 180
	UZN - 10	3, 5, 6, 10	100 ili 100	110	-	1	180
	UEN - 20	$10/\sqrt{3}, 15/\sqrt{3}, 20/\sqrt{3}$	$100/\sqrt{3}$ ili 100	$110/\sqrt{3}$	100 / 3	1	180
	UZN - 20	10, 15, 20	100 ili 100	110	-	1	180
	UEN - 30	$20/\sqrt{3}, 25/\sqrt{3}, 30/\sqrt{3}, 35/\sqrt{3}$	$100/3$ ili 100	$110/\sqrt{3}$	100 / 3	1	180
	UZN - 30	20, 25, 30, 35	100 ili 100	110	-	1	180
"Fabrika memih transformatora Zaječar"	VSK - 1 - 12	$3/\sqrt{3}, 5/\sqrt{3}, 6/\sqrt{3}, 10/\sqrt{3}$	$100/\sqrt{3}$	100 / 3	-	0.2 0.5 1 1 1 1	30 75 150 150 150, 75 60, 30 50 100 200 30 75 150 75 80 30, 75 75, 150
	VSK - 1 - 24 b	$15/\sqrt{3}, 20/\sqrt{3}$	$100/\sqrt{3}$	100 / 3	-	1	150
	VSK - 1 - 24 / 12	$10/\sqrt{3}, 20/\sqrt{3}$	$100/\sqrt{3}$	100 / 3	-	0.5 1 1 1	150, 75 60, 30 50 100 200
	VSK - 1 - 38	$25/\sqrt{3}, 30/\sqrt{3}, 38/\sqrt{3}$	$100/\sqrt{3}$	100 / 3	-	0.2 0.5 1 1 1 1	50 100 200 30 75 150 75 80
	VSK - 1 - 12	3, 5, 6, 10	100	-	-	0.2 0.5 1 1 1 1	30 75 150 75 80
	VSK - 11 - 24 b	15, 20	100	-	-	0.5 1 1 1	75 80
	VSK - 11 - 24 / 12	10, 20	100	-	-	0.5 1	30, 75 75, 150

Vrsta naponskog transformatora	Oznaka	Primarni napon (i) [kV]	Sekundarni napon [V]	Tercijer [V]	Zemljospojni namotaj napona [V]	Klasa	Nazivna snaga [VA]	
	VSK - 11 - 38	25, 30, 35	100	-	-	0.2 0.5 1	50 100 200	
	VSK - 1 - 12 b	$5/\sqrt{3}, 6/\sqrt{3}, 10/\sqrt{3}$	$100/\sqrt{3}$	100/3	-	0.5 1	45 90	
	VSK - 11 - 12 b	5, 6, 10	100	-	-	0.5 1	50 100	
	NTSM 12	$10/\sqrt{3}$	$100/\sqrt{3}, 110/\sqrt{3}$	-	100/3	0.2 0.5	25 75	
	NTSM 24	$10/\sqrt{3}, 15/\sqrt{3}, 20/\sqrt{3}$	$100/\sqrt{3}, 110/\sqrt{3}$	-	100/3	1	150	
	NTSM 38	$20/\sqrt{3}, 25/\sqrt{3}, 30/\sqrt{3}, 35/\sqrt{3}$	$100/\sqrt{3}, 110/\sqrt{3}$	-	100/3	1	150	
	Rade Končar	6VPU - 123	$110/\sqrt{3}$	$2 \times 100/\sqrt{3}, 100/\sqrt{3}$			0.2 0.2, 1 0.5	30 100 150, 200
		Siemens	4MQ 12	$7.2/\sqrt{3}, 11.5/\sqrt{3}$	$100/\sqrt{3}, 110/\sqrt{3}, 120/\sqrt{3}$			0.5, 1
	4MQ 14		$15/\sqrt{3}, 22/\sqrt{3}$	"			0.5, 1	30, 50, 75, 100
4MQ 22	7.2, 12		100, 110, 120			0.5, 1	30, 50, 75, 100	
4MQ 24	15, 24		100, 110, 120			0.5, 1	30, 50, 75, 100	
4MS 32	$12/\sqrt{3}$		$100/\sqrt{3}, 110/\sqrt{3}, 120/\sqrt{3}$			0.2, 0.5, 1	30, 50, 75, 100, 200	
4MS 34	$24/\sqrt{3}$		"			0.2, 0.5, 1	30, 50, 75, 100, 200	
4MS 36	$30/\sqrt{3}$		"			0.2, 0.5, 1	30, 50, 75, 100, 200	
4MS 42 4MS 44	12 24		100, 110, 120 100, 110, 120			0.2, 0.5, 1 0.2, 0.5, 1	30, 50, 75, 100, 200 30, 50, 75, 100, 200	