

Obsah

1.	ÚVOD	15
1.1	Podmínky pro připojení elektrických zařízení k elektrizační soustavě	16
1.2	Rozdělení elektrických zařízení podle napětí	17
1.3	Hodnoty jmenovitých napětí používané v České republice	17
1.4	Ochrana jednotlivých zařízení elektrizační soustavy	19
2.	OCHRANNÁ PÁSMATA ZAŘÍZENÍ ELEKTRIZAČNÍ SOUSTAVY	21
2.1	Ochranná pásma nadzemních vedení	21
2.2	Ochranná pásma podzemních vedení	23
2.3	Ochranná pásma elektrických stanic	24
2.4	Ochranná pásma výroben elektřiny	24
2.5	Větrné elektrárny a zařízení elektrizační soustavy	25
2.6	Zakázané činnosti v ochranných pásmech	26
2.7	Možné činnosti v ochranných pásmech	26
2.8	Přeložky rozvodných zařízení	26
	Podklady a kontrolní otázky ke kapitolám 1 a 2	27
	Literatura	27
	Právní předpisy	27
	Technické normy (v platném znění k 1. 1. 2012)	27
	Kontrolní otázky	27
3.	ZÁSADY BEZPEČNOSTI PŘI OBSLUZE A PRÁCI NA ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍCH NAD 1 000 V	29
3.1	Rizika při činnostech na elektrických zařízeních a v jejich blízkosti	29
3.1.1	Elektrotechnická kvalifikace	30
3.2	Opatření k zajištění bezpečnosti při práci na elektrických zařízeních nebo v jejich blízkosti	32
3.2.1	Pracovní postupy	32
3.2.2	Příkaz „B“ a podmínky jeho používání	33
3.2.3	Příkaz „B-PPN“ a podmínky jeho používání	36
3.2.4	Dokumentování příkazu „B“ a „B-PPN“	36
3.2.5	Osobní ochranné prostředky a pracovní pomůcky	37
3.3	Členění prací na elektrickém zařízení a činnost pracujících osob na elektrickém zařízení nebo v jeho blízkosti z hlediska zajištění bezpečnosti	37

3.3.1	Členění prací a činnost osob	37
3.3.2	Metody prací	38
3.4	Práce na elektrických zařízeních bez napětí	39
3.4.1	Zajištění pracoviště	39
3.4.1.1	Úplné odpojení (vypnutí)	40
3.4.1.2	Zabezpečení proti opětovnému zapnutí	40
3.4.1.3	Ověření beznapěťového stavu zařízení	40
3.4.1.4	Uzemnění a zkratování	40
3.4.1.5	Ochranná opatření ve vztahu k živým částem, které se nacházejí v blízkosti	41
3.4.2	Dorozumívání při prováděných činnostech	42
3.4.3	Povolení k zahájení práce	42
3.4.4	Přerušení práce	42
3.4.5	Ukončení práce	43
3.5	Práce v blízkosti elektrických zařízení pod napětím	43
3.5.1	Práce na stanovenou vzdálenost (ochrana stanovenou vzdáleností)	43
3.5.2	Vzdálenosti při použití zábran	46
3.5.3	Pracovní podmínky	48
3.5.4	Neelektrické práce	48
3.6	Práce na elektrických zařízeních pod napětím	49
3.6.1	Běžné práce pod napětím	49
3.6.2	Práce na zařízeních vypnutých, ale jinak nezajištěných	49
3.6.3	Vybrané práce pod napětím	50
3.6.3.1	Základní podmínky pro provádění vybraných prací pod napětím	50
3.7	Metody vybraných prací pod napětím	51
3.7.1	Práce na vzdálenost	51
3.7.2	Práce v dotyku	51
3.7.3	Práce na potenciálu	51
3.7.4	Práce kombinací tří metod	52
3.7.5	Pracovní podmínky	52
3.7.6	Organizace prací metodou PPN	53
3.7.6.1	Činnost vedoucího práce	53
3.7.6.2	Nářadí, výstroj a přístroje	53
3.7.6.3	Okolní prostředí	53
3.7.7	Specifické požadavky pro zařízení vn, vvn a zvn	54
3.8	Práce zakázané	54

Podklady a kontrolní otázky ke kapitole 3	55
Literatura	55
Právní předpisy	55
Technické normy (v platném znění k 1. 1. 2012)	55
Technické normy zrušené	56
Kontrolní otázky	56
4. OCHRANA PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM V ZAŘÍZENÍCH NAD 1 000 V	59
4.1 Základní požadavky na bezpečnost	59
4.1.1 Prostory z hlediska úrazu elektrickým proudem	60
4.1.2 Podmínky pro zajištění ochrany před úrazem elektrickým proudem	62
4.1.3 Vymezení pojmů živých a neživých částí rozvodných elektrických zařízení	63
4.1.3.1 Neživé části rozvodného elektrického zařízení nad 1 000 V AC	64
4.2 Prostředky základní ochrany (ochrana před dotykem živých částí)	65
4.2.1 Ochrana polohou (umístění zařízení mimo dosah)	65
4.2.2 Ochrana zábranou	67
4.2.3 Ochrana přepážkami nebo kryty	68
4.2.4 Ochrana živých částí izolací	68
4.3 Ochrana při poruše (ochrana před dotykem neživých částí) rozvodných elektrických zařízení nad 1 000 V AC	69
4.3.1 Dotyková napětí pro omezené trvání průtoku proudu v zařízeních nad 1 000 V AC	69
4.3.1.1 Termíny a definice	69
4.3.1.2 Dotyková napětí a proud tělem	70
4.3.2 Dotyková napětí v sítích vn	73
4.3.2.1 Dotyková napětí bez uvažování přídavných odporů (rezistancí) v sítích vn s dobou trvání poruchy $t_F \gg 10$ s	74
4.3.2.2 Dotyková napětí při uvažování přídavných odporů (rezistancí) v sítích vn s dobou trvání poruchy $t_F \gg 10$ s	75
4.3.2.3 Výpočet předpokládaného dovoleného dotykového napětí U_{vTp} v obvodu lidské tělo + přídavné odpory (rezistance)	75
4.3.2.4 Zjišťování přídavného odporu (rezistance) přechodu mezi podrážkou bot a zemí R_{F2} , výpočet rezistivity (měrného odporu) půdy v povrchové vrstvě ρ_S	76
4.3.2.5 Dotyková napětí v různých místech z hlediska působení přídavných odporů	77

4.3.3	Zařízení trojfázových distribučních kompenzovaných sítí vn z hlediska dovolených dotykových napětí U_{Tp} a U_{vTp}	78
4.3.3.1	Opatření pro dodržení mezních hodnot dovolených dotykových napětí	79
4.3.3.2	Měření dotykových napětí	79
4.4	Prostředky (způsoby) ochrany neživých částí elektrických rozvodných zařízení nad 1 000 V AC	80
4.4.1	Případy, kdy lze od kontroly hodnot dotykových napětí upustit – venkovní vedení vn, vvn, zvn	82
4.4.2	Ochrana zemněním v sítích, kde není přímo uzemněný střed (uzel) zdroje. Ochrana v sítích IT – kompenzovaná síť	82
4.4.2.1	Požadavky na odpor ochranného uzemnění	84
4.4.3	Ochrana zemněním s rychlým vypnutím v sítích s přímo uzemněným středem (uzlem) nebo krajním vodičem. Ochrana v sítích TT(r) – síť s nízkoimpedančním uzemněním středu	85
4.4.3.1	Podmínky pro dosažení této ochrany zemněním	85
4.4.4	Ochrana zemněním s rychlým vypnutím v sítích, kde není střed (uzel) přímo uzemněn. Ochrana v sítích IT(r) – síť s nepřímo uzemněným středem přes odpor	85
4.4.4.1	Podmínky pro dosažení této ochrany zemněním	86
4.4.5	Pospojování (k uvedení na stejný potenciál)	86
4.4.6	Ochrana izolací	87
4.4.6.1	Části, které se musí při obsluze uchopit rukou	87
4.4.6.2	Opatření pro zařízení nad 1 000 V AC	88
4.4.7	Ochrana zábranou	88
4.5	Uznávaná zvláštní opatření M pro elektrické stanice nad 1 kV	88
4.5.1	Popis uznávaných zvláštních opatření M	89
	Podklady a kontrolní otázky ke kapitole 4	91
	Literatura	91
	Technické normy (v platném znění k 1. 1. 2012)	91
	Technické normy zrušené	92
	Kontrolní otázky	92
5.	UZEMŇOVÁNÍ ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ NAD 1 000 V	95
5.1	Termíny a definice	95
5.2	Elektrické stanice – uzemnění a uzemňovací přívody	97
5.2.1	Návrh uzemňovací soustavy	97
5.2.1.1	Dimenzování s ohledem na korozní odolnost a mechanickou pevnost	98

5.2.1.2	Dimenzování s ohledem na tepelnou odolnost	98
5.2.1.3	Dimenzování s ohledem na dotyková a kroková napětí	101
5.2.2	Opatření pro zamezení zavlečeného potenciálu – zavlečený potenciál ze soustavy nad 1 000 V do soustav nn	103
5.2.2.1	Uzemňovací soustavy vn a nn	103
5.2.2.2	Napájení elektrického zařízení nn umístěného uvnitř stanice nad 1 000 V	103
5.2.2.3	Napájení elektrického zařízení nn umístěného vně stanice nad 1 000 V	103
5.2.2.4	Elektrická zařízení nn v blízkosti stanice nad 1 000 V	104
5.2.2.5	Zavlečené potenciály do telekomunikačních a jiných soustav	105
5.2.3	Provádění uzemňovacích soustav	105
5.2.3.1	Instalace zemničů a uzemňovacích přívodů	106
5.2.3.2	Zřizování zemničů a uzemňovacích přívodů	106
5.2.4	Opatření při zemnění elektrických zařízení a instalací.	108
5.2.4.1	Oplocení kolem zařízení elektrických stanic	108
5.2.4.2	Potrubí	108
5.2.4.3	Koleje	108
5.2.4.4	Stožárové transformovny a spínací zařízení	108
5.2.4.5	Sekundární obvody přístrojových transformátorů	109
5.2.5	Požadavky na uzemnění v transformovných vn/nn	109
5.2.6	Spojování kovových plášťů kabelů v rozvodných elektrických zařízeních	110
5.3	Venkovní vedení vn, vvn a zvn – uzemnění a uzemňovací přívody	111
5.3.1	Dimenzování uzemňovacích soustav venkovních vedení	111
5.3.2	Dimenzování s ohledem na korozi a mechanickou pevnost	112
5.3.3	Dimenzování s ohledem na tepelnou odolnost	112
5.3.4	Dimenzování s ohledem na bezpečnost osob	113
5.3.4.1	Opatření pro dodržení dovolených dotykových napětí	113
5.3.4.2	Opatření v sítích s izolovaným středem (IT) nebo v kompenzovaných sítích	113
5.3.4.3	Opatření v sítích s rychlým automatickým odpojením od zdroje	115
5.3.5	Uzemňování pro ochranu před účinky blesku	115
5.3.6	Kontrola uzemnění na místě a dokumentace uzemňovacích soustav	115
	Podklady a kontrolní otázky ke kapitole 5	116
	Literatura	116
	Technické normy (v platném znění k 1. 1. 2012)	116
	Kontrolní otázky	117

6.	OCHRANA ROZVODNÝCH ZAŘÍZENÍ NAD 1 000 V PŘED PŘEPĚTÍM	119
6.1	Druhy svodičů přepětí	120
6.2	Základní údaje o ochraně sítí vn proti přepětí	120
6.2.1	Přepětí od přímých úderů do vedení	121
6.2.2	Přepětí nepřímých úderů (indukovaná přepětí)	121
6.2.3	Koordinace izolace zařízení sítě vn	121
6.3	Základní zásady dimenzování omezovačů přepětí	122
6.3.1	Termíny a definice	122
6.3.2	Volba trvalého provozního napětí U_C omezovačů přepětí	123
6.3.3	Volba energetické třídy a jmenovitého výbojového proudu omezovačů přepětí	124
6.3.4	Povrchová dráha izolace omezovačů přepětí	125
6.4	Zásady pro umístování a připojování omezovačů přepětí	126
6.4.1	Schéma připojení omezovače přepětí k chráněnému objektu	126
6.4.2	Obecně platná pravidla pro připojování svodičů přepětí	127
6.5	Doplňková ochranná opatření	127
6.5.1	Uzemnění stožárů vedení před elektrickou stanicí	128
6.5.2	Výběhová (zemnicí) lana	128
6.5.3	Sdružené zaústění vedení do rozvodny	128
6.6	Ochrana jednotlivých zařízení sítí vn omezovači přepětí	129
6.6.1	Venkovní vedení provedené holými vodiči	129
6.6.2	Venkovní vedení provedené izolovanými vodiči	129
6.6.2.1	Ochrana před účinky indukovaných přepětí	130
6.6.2.2	Ochranné prvky pro vedení s izolovanými vodiči	130
6.6.2.3	Volba ochrany vedení s izolovanými vodiči	130
6.6.3	Ochrana přístrojů instalovaných na vedeních vn	130
6.6.4	Přechod venkovního vedení do kabelového vedení a kabelové zaústění do elektrické stanice	131
6.6.4.1	Vložené kabelové úseky a závěsné kabely ve venkovním vedení	131
6.6.4.2	Kabelová zaústění do elektrické stanice	132
6.7	Ochrana distribučních transformačních stanic omezovači přepětí	132
6.7.1	DTS sloupové a na příhradových stožárech	132
6.7.2	DTS zděné věžové	132
6.7.3	DTS zděné kioskové a vestavěné s kabelovým zaústěním	134

6.8	Rozvodny vn	134
6.8.1	Ochrana strany vn transformátoru 110 kV/vn	135
6.9	Základní údaje o ochraně sítí vvn proti přepětí	136
6.9.1	Přepětí od přímých úderů do vedení	136
6.9.1.1	Zemnicí lana	136
6.9.1.2	Údery do stožárů a zemnicích lan – zpětné přeskoky	137
6.9.2	Přepětí nepřímých úderů (indukovaná přepětí)	137
6.9.3	Uzemňování pro ochranu před účinky blesku	137
6.9.4	Koordinace izolace zařízení sítí vvn	138
6.9.5	Zásady dimenzování omezovačů přepětí	139
6.9.5.1	Volba trvalého provozního napětí U_C omezovačů přepětí	139
6.9.5.2	Volba jmenovitého napětí U_r omezovačů přepětí	139
6.9.5.3	Volba třídy vybití omezovačů přepětí	140
6.9.6	Zásady pro umístování a připojování omezovačů přepětí – – příklady provedení	140
6.9.6.1	Ochrana transformátorů	140
6.9.6.2	Uzemnění omezovačů přepětí	141
6.9.6.3	Kabelová zaústění vedení do rozvodny 110 kV	141
6.9.6.4	Zapouzdřené rozvodny	142
6.9.6.5	Kabelové úseky vložené do vedení	142
6.9.7	Doplňková ochranná opatření	143
6.9.7.1	Uzemnění stožárů před stanicí	143
6.9.7.2	Dvě zemnicí lana na přechodu vedení do kabelu	144
	Podklady a kontrolní otázky ke kapitole 6	144
	Literatura	144
	Technické normy (v planém znění k 1. 1. 2012)	144
	Kontrolní otázky	144
7.	PROVEDENÍ ELEKTRICKÝCH INSTALACÍ A ZAŘÍZENÍ NAD 1 000 V	147
7.1	Elektrické stanice	147
7.1.1	Požadavky na konstrukční uspořádání před nebezpečným přiblížením k živým částem	147
7.1.1.1	Minimální vzdušné vzdálenosti živých částí rozvodných zařízení	147
7.1.1.2	Minimální výška nad přístupovým prostorem	147
7.1.1.3	Minimální vzdálenosti ochranných přepážek	148
7.1.1.4	Minimální vzdálenosti ochranných zábran	149

7.1.1.5	Stožárové, sloupové a věžové transformovny (instalace)	149
7.1.2	Vstupy a obslužné prostory elektrických stanic	150
7.1.2.1	Vstupy, dveře	150
7.1.2.2	Nouzové východy	151
7.1.2.3	Obslužné prostory	151
7.1.2.4	Únikové cesty	151
7.1.3	Stanoviště výkonových transformátorů	151
7.1.3.1	Uspořádání zařízení na stanovišti	152
7.1.3.2	Jímky	152
7.1.3.3	Venkovní stanoviště	153
7.1.3.4	Vnitřní stanoviště	153
7.1.3.5	Transformátory ve skříňových rozváděčích	154
7.2	Silnoproudá kabelová vedení	154
7.3	Silnoproudá venkovní vedení	161
7.3.1	Elektrická venkovní vedení s napětím nad 45 kV AC	161
7.3.2	Venkovní vedení vn	162
7.3.2.1	Zatížení vedení – zatěžovací stavy	162
7.3.2.2	Elektrické požadavky – klasifikace napětí	163
7.3.2.3	Nejkratší elektrické vzdálenosti pro zamezení přeskočení	163
7.3.2.4	Nejkratší vnější vzdálenosti vedení vn od objektů	164
7.4	Elektrické přípojky vn	166
7.4.1	Přípojky vn provedené venkovním vedením	167
7.4.2	Přípojky vn provedené kabelovým vedením	167
7.4.3	Kombinované přípojky vn	168
	Podklady a kontrolní otázky ke kapitole 7	168
	Literatura	168
	Právní předpisy	168
	Technické normy (v platném znění k 1. 1. 2012)	169
	Kontrolní otázky	170