

# Obsah

<b>1.</b>	<b>ÚVOD</b>	<b>17</b>
<b>1.1</b>	<b>Podmínky pro připojení elektrických zařízení k elektrizační soustavě</b>	<b>18</b>
<b>1.2</b>	<b>Rozdělení elektrických zařízení podle napětí</b>	<b>19</b>
<b>1.3</b>	<b>Hodnoty jmenovitých napětí používané v České republice</b>	<b>21</b>
<b>1.4</b>	<b>Ochrana jednotlivých zařízení elektrizační soustavy</b>	<b>22</b>
<b>2.</b>	<b>OCHRANNÁ PÁSMATA ZAŘÍZENÍ ELEKTRIZAČNÍ SOUSTAVY</b>	<b>25</b>
<b>2.1</b>	<b>Ochranná pásma nadzemních vedení</b>	<b>25</b>
<b>2.2</b>	<b>Ochranná pásma podzemních vedení</b>	<b>27</b>
<b>2.3</b>	<b>Ochranná pásma elektrických stanic</b>	<b>28</b>
<b>2.4</b>	<b>Ochranná pásma výroben elektřiny</b>	<b>28</b>
<b>2.5</b>	<b>Větrné elektrárny a zařízení elektrizační soustavy</b>	<b>29</b>
<b>2.6</b>	<b>Zakázané činnosti v ochranných pásmech</b>	<b>30</b>
<b>2.7</b>	<b>Možné činnosti v ochranných pásmech</b>	<b>30</b>
<b>2.8</b>	<b>Přeložky rozvodných zařízení</b>	<b>30</b>
	Podklady a kontrolní otázky ke kapitolám 1 a 2	31
	Literatura	31
	Právní předpisy	31
	Technické normy (v platném znění k 31. 3. 2016)	31
	Kontrolní otázky	31
<b>3.</b>	<b>ZÁSADY BEZPEČNOSTI PŘI OBSLUZE A PRÁCI NA ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍCH NAD 1 000 V</b>	<b>33</b>
<b>3.1</b>	<b>Rizika při činnostech na elektrických zařízeních a v jejich blízkosti</b>	<b>34</b>
<b>3.1.1</b>	<b>Elektrotechnická kvalifikace</b>	<b>34</b>
<b>3.2</b>	<b>Opatření k zajištění bezpečnosti při práci na elektrických zařízeních nebo v jejich blízkosti</b>	<b>36</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Pracovní postupy</b>	<b>36</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Příkaz „B“ a podmínky jeho používání</b>	<b>37</b>
<b>3.2.3</b>	<b>Příkaz „B-PPN“ a podmínky jeho používání</b>	<b>40</b>
<b>3.2.4</b>	<b>Dokumentování příkazu „B“ a „B-PPN“</b>	<b>41</b>
<b>3.2.5</b>	<b>Osobní ochranné prostředky a pracovní pomůcky</b>	<b>41</b>
<b>3.3</b>	<b>Členění prací na elektrickém zařízení a činnost pracujících osob na elektrickém zařízení nebo v jeho blízkosti z hlediska zajištění bezpečnosti</b>	<b>42</b>
<b>3.3.1</b>	<b>Členění prací a činnost osob</b>	<b>42</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Metody prací</b>	<b>44</b>
<b>3.4</b>	<b>Práce na elektrických zařízeních bez napětí</b>	<b>44</b>
<b>3.4.1</b>	<b>Zajištění pracoviště</b>	<b>45</b>
<b>3.4.1.1</b>	<b>Úplné odpojení (vypnutí)</b>	<b>45</b>

3.4.1.2	Zabezpečení proti opětovnému zapnutí	45
3.4.1.3	Ověření beznapětového stavu zařízení	45
3.4.1.4	Uzemnění a zkratování	46
3.4.1.5	Ochranná opatření ve vztahu k živým částem, které se nacházejí v blízkosti	47
3.4.2	Dorozumívání při prováděných činnostech	47
3.4.3	Povolení k zahájení práce	48
3.4.4	Přerušení práce	48
3.4.5	Ukončení práce	49
<b>3.5</b>	<b>Práce v blízkosti elektrických zařízení pod napětím</b>	49
3.5.1	Práce na stanovenou vzdálenost (ochrana stanovenou vzdáleností)	49
3.5.2	Vzdálenosti při použití zábran	52
3.5.3	Pracovní podmínky	53
3.5.4	Neelektrické práce	54
<b>3.6</b>	<b>Práce na elektrických zařízeních pod napětím</b>	54
3.6.1	Běžné práce pod napětím	55
3.6.2	Práce na zařízeních vypnutých, ale jinak nezajištěných	55
3.6.3	Vybrané práce pod napětím	55
3.6.3.1	Základní podmínky pro provádění vybraných prací pod napětím	56
<b>3.7</b>	<b>Metody vybraných prací pod napětím</b>	57
3.7.1	Práce na vzdálenost	57
3.7.2	Práce s izolačními rukavicemi (práce v dotyku)	57
3.7.3	Práce v přímém dotyku (práce na potenciálu)	57
3.7.4	Práce kombinací tří metod – metoda 3CM	58
3.7.5	Pracovní podmínky	58
3.7.6	Organizace prací metodou PPN	58
3.7.6.1	Činnost osoby pověřené kontrolou elektrického zařízení během pracovní činnosti	59
3.7.6.2	Činnost vedoucího práce	59
3.7.6.3	Nářadí, výstroj a přístroje	59
3.7.6.4	Okolní prostředí	59
3.7.7	Specifické požadavky pro zařízení vn, vvn a zvn	60
<b>3.8</b>	<b>Dodatečné informace pro bezpečnou práci</b>	60
3.8.1	Posuzování atmosférických podmínek, které jsou součástí podmínek prostředí	61
3.8.2	Ochrana před požárem – hašení	61
3.8.3	Pracoviště s nebezpečím výbuchu	62
3.8.4	Nebezpečí způsobené elektrickým obloukem	62
3.8.5	Nouzová opatření	62
	Podklady a kontrolní otázky ke kapitole 3	63
	Literatura	63
	Právní předpisy	63
	Technické normy (v platném znění k 31. 3. 2016)	63
	Kontrolní otázky	64

<b>4.</b>	<b>OCHRANA PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM V ZAŘÍZENÍCH NAD 1 000 V</b>	69
<b>4.1</b>	<b>Základní požadavky na bezpečnost</b>	69
4.1.1	Prostory z hlediska úrazu elektrickým proudem	70
4.1.2	Podmínky pro zajištění ochrany před úrazem elektrickým proudem	73
4.1.3	Vymezení pojmů živých a neživých částí rozvodných elektrických zařízení	73
4.1.3.1	Neživé části rozvodného elektrického zařízení nad 1 000 V AC	74
<b>4.2</b>	<b>Prostředky základní ochrany (ochrana před dotykem živých částí)</b>	75
4.2.1	Ochrana polohou (umístění zařízení mimo dosah)	75
4.2.2	Ochrana zábranou	77
4.2.3	Ochrana přepážkami nebo kryty	78
4.2.4	Ochrana živých částí izolací	78
<b>4.3</b>	<b>Ochrana při poruše (ochrana před dotykem neživých částí) rozvodných elektrických zařízení nad 1 000 V AC</b>	79
4.3.1	Dotyková napětí pro omezené trvání průtoku proudu v zařízeních nad 1 000 V AC	79
4.3.1.1	Termíny a definice	80
4.3.1.2	Dotyková napětí a proud tělem	81
4.3.2	Dotyková napětí v sítích vn	83
4.3.2.1	Dotyková napětí bez uvažování přídavných odporů (rezistancí) v sítích vn s dobou trvání poruchy $t_F \gg 10$ s	85
4.3.2.2	Dotyková napětí při uvažování přídavných odporů (rezistancí) v sítích vn s dobou trvání poruchy $t_F \gg 10$ s	85
4.3.2.3	Výpočet předpokládaného dovoleného dotykového napětí $U_{vTp}$ v obvodu lidské tělo + přídavné odpory (rezistance)	85
4.3.2.4	Zjišťování přídavného odporu (rezistance) přechodu mezi podrážkou bot a zemí $R_{F2}$ , výpočet rezistivity (měrného odporu) půdy v povrchové vrstvě $\rho_s$	87
4.3.2.5	Dotyková napětí v různých místech z hlediska působení přídavných odporů	88
4.3.3	Zařízení trojfázových distribučních kompenzovaných sítí vn z hlediska dovolených dotykových napětí $U_{Tp}$ a $U_{vTp}$	89
4.3.3.1	Opatření pro dodržení mezních hodnot dovolených dotykových napětí	89
4.3.3.2	Měření dotykových napětí	90
<b>4.4</b>	<b>Prostředky (způsoby) ochrany neživých částí elektrických rozvodných zařízení nad 1 000 V AC</b>	90
4.4.1	Případy, kdy lze od kontroly hodnot dotykových napětí upustit – venkovní vedení vn, vvn, zvn	93
4.4.2	Ochrana zemněním v sítích, kde není přímo uzemněný střed (uzel) zdroje. Ochrana v sítích IT – kompenzovaná síť	94
4.4.2.1	Požadavky na odpor ochranného uzemnění	95

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	96
4.4.3.1	Podmínky pro dosažení této ochrany zemněním	96
4.4.4	Ochrana zemněním s rychlým vypnutím v sítích, kde není střed (uzel) přímo uzemněn. Ochrana v sítích IT(r) – síť s nepřímým uzemněným středem přes odpor	97
4.4.4.1	Podmínky pro dosažení této ochrany zemněním	97
4.4.5	Pospojování (k uvedení na stejný potenciál)	98
4.4.6	Ochrana izolací	98
4.4.6.1	Části, které se musí při obsluze uchopit rukou	99
4.4.6.2	Opatření pro zařízení nad 1 000 V AC	99
4.4.7	Ochrana zábranou	100
<b>4.5</b>	<b>Uznávaná zvláštní opatření M pro elektrické stanice nad 1 kV</b>	100
4.5.1	Popis uznávaných zvláštních opatření M	101
	Podklady a kontrolní otázky ke kapitole 4	103
	Literatura	103
	Technické normy (v platném znění k 31. 3. 2016)	103
	Kontrolní otázky	104
<b>5.</b>	<b>UZEMŇOVÁNÍ ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ NAD 1 000 V</b>	107
<b>5.1</b>	<b>Termíny a definice</b>	107
<b>5.2</b>	<b>Elektrické stanice – uzemnění a uzemňovací přívody</b>	109
5.2.1	Návrh uzemňovací soustavy	109
5.2.1.1	Dimenzování s ohledem na korozní odolnost a mechanickou pevnost	110
5.2.1.2	Dimenzování s ohledem na tepelnou odolnost	112
5.2.1.3	Dimenzování s ohledem na dotyková a kroková napětí	112
5.2.2	Opatření pro zamezení zavléčeného potenciálu – zavléčený potenciál ze soustavy nad 1 000 V do soustav nn	115
5.2.2.1	Uzemňovací soustavy vn a nn	115
5.2.2.2	Napájení elektrického zařízení nn umístěného uvnitř stanice nad 1 000 V	115
5.2.2.3	Napájení elektrického zařízení nn umístěného vně stanice nad 1 000 V	116
5.2.2.4	Elektrická zařízení nn v blízkosti stanice nad 1 000 V	116
5.2.2.5	Zavléčené potenciály do telekomunikačních a jiných soustav	116
5.2.3	Provádění uzemňovacích soustav	118
5.2.3.1	Instalace zemničů a uzemňovacích přívodů	118
5.2.3.2	Zřizování zemničů a uzemňovacích přívodů	119
5.2.4	Opatření při zemnění elektrických zařízení a instalací	120
5.2.4.1	Oplocení kolem zařízení elektrických stanic	120
5.2.4.2	Potrubí	120
5.2.4.3	Koleje	120
5.2.4.4	Stožárové transformovny a spínací zařízení	121
5.2.4.5	Sekundární obvody přístrojových transformátorů	121
5.2.5	Požadavky na uzemnění v transformovnách vn/nn	121

5.2.6	Spojování kovových plášťů kabelů v rozvodných elektrických zařízeních	122
<b>5.3</b>	<b>Venkovní vedení vn, vvn a zvn – uzemnění a uzemňovací přívody</b>	123
5.3.1	Dimenzování uzemňovacích soustav venkovních vedení	124
5.3.2	Dimenzování s ohledem na korozi a mechanickou pevnost	124
5.3.3	Dimenzování s ohledem na tepelnou odolnost	125
5.3.4	Dimenzování s ohledem na bezpečnost osob	125
5.3.4.1	Opatření pro dodržení dovolených dotykových napětí	126
5.3.4.2	Opatření v sítích s izolovaným středem (IT) nebo v kompenzovaných sítích	126
5.3.4.3	Opatření v sítích s rychlým automatickým odpojením od zdroje	126
5.3.5	Uzemňování pro ochranu před účinky blesku	128
5.3.6	Kontrola uzemnění na místě a dokumentace uzemňovacích soustav	128
	Podklady a kontrolní otázky ke kapitole 5	128
	Literatura	128
	Technické normy (v platném znění k 31. 3. 2016)	128
	Kontrolní otázky	129
<b>6.</b>	<b>OCHRANA ROZVODNÝCH ZAŘÍZENÍ NAD 1 000 V PŘED PŘEPĚTÍM</b>	133
<b>6.1</b>	<b>Druhy svodičů přepětí</b>	134
<b>6.2</b>	<b>Základní údaje o ochraně sítí vn proti přepětí</b>	134
6.2.1	Přepětí od přímých úderů do vedení	135
6.2.2	Přepětí nepřímých úderů (indukovaná přepětí)	135
6.2.3	Koordinace izolace zařízení sítě vn	135
<b>6.3</b>	<b>Základní zásady dimenzování omezovačů přepětí</b>	136
6.3.1	Termíny a definice	136
6.3.2	Volba trvalého provozního napětí $U_C$ omezovačů přepětí	137
6.3.3	Volba energetické třídy a jmenovitého výbojového proudu omezovačů přepětí	139
6.3.4	Povrchová dráha izolace omezovačů přepětí	140
<b>6.4</b>	<b>Zásady pro umístování a připojování omezovačů přepětí</b>	140
6.4.1	Schéma připojení omezovače přepětí k chráněnému objektu	140
6.4.2	Obecně platná pravidla pro připojování svodičů přepětí	141
<b>6.5</b>	<b>Doplňková ochranná opatření</b>	141
6.5.1	Uzemnění stožárů vedení před elektrickou stanicí	142
6.5.2	Výběhová (zemnicí) lana	142
6.5.3	Sdružené zaústění vedení do rozvodny	143
<b>6.6</b>	<b>Ochrana jednotlivých zařízení sítí vn omezovači přepětí</b>	143
6.6.1	Venkovní vedení provedené holými vodiči	143
6.6.2	Venkovní vedení provedené izolovanými vodiči	143
6.6.2.1	Ochrana před účinky indukovaných přepětí	144
6.6.2.2	Ochranné prvky pro vedení s izolovanými vodiči	144
6.6.2.3	Volba ochrany vedení s izolovanými vodiči	144

6.6.3	Ochrana přístrojů instalovaných na vedeních vn	145
6.6.4	Přechod venkovního vedení do kabelového vedení a kabelové zaústění do elektrické stanice	145
6.6.4.1	Vložené kabelové úseky a závěsné kabely ve venkovním vedení	146
6.6.4.2	Kabelová zaústění do elektrické stanice	146
<b>6.7</b>	<b>Ochrana distribučních transformačních stanic omezovači přepětí</b>	146
6.7.1	DTS sloupové a na příhradových stožárech	146
6.7.2	DTS zděné věžové	147
6.7.3	DTS zděné kioskové a vestavěné s kabelovým zaústěním	148
<b>6.8</b>	<b>Rozvodny vn</b>	149
6.8.1	Ochrana strany vn transformátoru 110 kV/vn	150
<b>6.9</b>	<b>Základní údaje o ochraně sítí vvn proti přepětí</b>	150
6.9.1	Přepětí od přímých úderů do vedení	150
6.9.1.1	Zemnicí lana	151
6.9.1.2	Údery do stožárů a zemnicích lan – zpětné přeskoky	151
6.9.2	Přepětí nepřímých úderů (indukovaná přepětí)	152
6.9.3	Uzemňování pro ochranu před účinky blesku	152
6.9.4	Koordinace izolace zařízení sítí vvn	153
6.9.5	Zásady dimenzování omezovačů přepětí	153
6.9.5.1	Volba trvalého provozního napětí $U_C$ omezovačů přepětí	153
6.9.5.2	Volba jmenovitého napětí $U_r$ omezovačů přepětí	154
6.9.5.3	Volba třídy vybití omezovačů přepětí	154
6.9.6	Zásady pro umístování a připojování omezovačů přepětí – příklady provedení	155
6.9.6.1	Ochrana transformátorů	155
6.9.6.2	Uzemnění omezovačů přepětí	156
6.9.6.3	Kabelová zaústění vedení do rozvodny 110 kV	156
6.9.6.4	Zapouzdřené rozvodny	157
6.9.6.5	Kabelové úseky vložené do vedení	157
6.9.7	Doplňková ochranná opatření	158
6.9.7.1	Uzemnění stožárů před stanicí	158
6.9.7.2	Dvě zemnicí lana na přechodu vedení do kabelu	158
	Podklady a kontrolní otázky ke kapitole 6	159
	Literatura	159
	Technické normy (v planém znění k 31. 3. 2016)	159
	Kontrolní otázky	159
<b>7.</b>	<b>PROVEDENÍ ELEKTRICKÝCH INSTALACÍ A ZAŘÍZENÍ NAD 1 000 V</b>	161
7.1	Elektrické stanice	161
7.1.1	Požadavky na konstrukční uspořádání před nebezpečným přiblížením k živým částem	161

7.1.1.1	Minimální vzdušné vzdálenosti živých částí rozvodných zařízení	161
7.1.1.2	Minimální výška nad přístupovým prostorem	164
7.1.1.3	Minimální vzdálenosti ochranných přepážek	164
7.1.1.4	Minimální vzdálenosti ochranných zábran	164
7.1.1.5	Stožárové, sloupové a věžové transformovny (instalace)	166
7.1.2	Vstupy a obslužné prostory elektrických stanic	166
7.1.2.1	Vstupy, dveře	166
7.1.2.2	Nouzové východy	167
7.1.2.3	Obslužné prostory	167
7.1.2.4	Únikové cesty	167
7.1.3	Stanoviště výkonových transformátorů	168
7.1.3.1	Uspořádání zařízení na stanovišti	169
7.1.3.2	Jímky	169
7.1.3.3	Venkovní stanoviště	170
7.1.3.4	Vnitřní stanoviště	170
7.1.3.5	Transformátory ve skříňových rozváděčích	171
<b>7.2</b>	<b>Silnoproudá kabelová vedení</b>	171
<b>7.3</b>	<b>Silnoproudá venkovní vedení</b>	178
7.3.1	Elektrická venkovní vedení s napětím nad 45 kV AC	178
7.3.2	Venkovní vedení vn	179
7.3.2.1	Zatížení vedení – zatěžovací stavy	179
7.3.2.2	Elektrické požadavky – klasifikace napětí	180
7.3.2.3	Nejkratší elektrické vzdálenosti pro zamezení přeskočů	180
7.3.2.4	Nejkratší vnější vzdálenosti vedení vn od objektů	181
<b>7.4</b>	<b>Elektrické přípojky vn</b>	183
7.4.1	Přípojky vn provedené venkovním vedením	184
7.4.2	Přípojky vn provedené kabelovým vedením	185
7.4.3	Kombinované přípojky vn	185
	Podklady a kontrolní otázky ke kapitole 7	186
	Literatura	186
	Právní předpisy	186
	Technické normy (v platném znění k 31. 3. 2016)	186
	Kontrolní otázky	188