

Václav Macháček

Příručka (nejen) pro zkoušky elektrotechniků pracujících na elektrických zařízeních nad 1 000 V (druhé – aktualizované vydání)



www.iisel.com

Internetový Informační Systém pro Elektrotechniky





ELEKTROMONTÁŽNÍ PRÁCE NA VN, NN

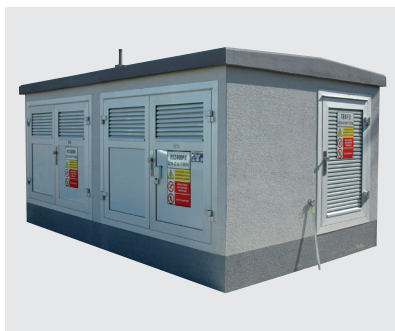
- Dodávka a montáž trafostanic (kioskové, stožárové)
- Rekonstrukce a provozování trafostanic
- Inženýrská a projekční činnost VN a NN
- Výstavba, rekonstrukce sítí VN a NN (volné, kabelové vedení)
- Revize vyhrazeného elektrického zařízení na VN/NN

SPECIALIZACE NA ENERGETICKÉ ŘEŠENÍ

- Regulační a monitorovací systémy - čtvrt hodinového a technického výkonu
- Regulace výkonu FVE
- Monitorování a regulace plynu
- Rádiové moduly RDM pro datové přenosy do 10 km
- Frekvenční přenosy HDO, síťový přenos PWM 132
- České regulátory jalového výkonu NOVAR, QERP
- Komplexní řešení řízené KOMPENZACE pro FVE (NOVAR NRC 86)
- Výroba a opravy kompenzačních rozvaděčů do 6 kV
- Dodávky komponentů pro kompenzační rozvaděče, kompenzační stykače, kondenzátory NN a VN, hradící tlumivky do 6kV, atd.

DALŠÍ ČINNOSTI

- Výroba rozvaděčů NN
- Měření rozvodných soustav, energetické analýzy
- Termovizní měření
- Zeměměřičská činnost, inženýrská geodzie, geometrické plány
- Výkopové a zemní práce včetně odvozu zeminy nákladním automobilem (12t)
- Příprava stavenišť



Václav Macháček

Příručka (nejen) pro zkoušky elektrotechniků pracujících na elektrických zařízeních nad 1 000 V (druhé – aktualizované vydání)

Text k inzerátu na první straně obálky

**Celosvětově aktivní firma FINDER s více než 60letou tradicí výroby
elektrotechnických a elektronických přístrojů:**

pro spínání:

- relé do plošných spojů
- průmyslová relé
- reléové vazební členy
- polovodičová relé

pro ovládání a kontrolu:

- relé s nuceně vedenými kontakty
- časová relé
- elektronické elektroměry
- kontrolní a měřicí relé
- snímače hladiny
- spínané napájecí zdroje
- přepětové ochrany
- termostaty a hydrostaty

pro instalace budov:

- impulzně ovládané spínače
- soumrakové spínače
- pohybová čidla
- schodišťové automaty
- spínací hodiny
- stmívače
- modulární stykače

pro drážní aplikace

pro fotovoltaické aplikace

Kontakt:

Finder CZ, s. r. o., Radiová 1567/2b, 102 00 Praha 10
tel. 286 889 504,
findernet.cz@findernet.com

fax: 286 889 505
www.findernet.com

software pro projektanty a revizní techniky

S SchémataCAD 5900,- Kč

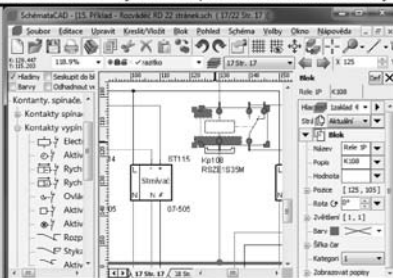
www.elmer.cz

samostatný grafický CAD software pro kreslení všech druhů elektro výkresů a schémat - jednopólových, liniových, technologických, schémat rozvaděčů, výkresů instalace • intuitivní a snadné ovládání softwaru • výběr z velkého množství značek, řada ukázkových výkresů • načítání 3D stavebních výkresů ve formátech DWG/DXF • sestavení kusovníku, sčítání délek kabelů • tisk na A4 i větších formátů • výstup do PDF i DWG • automatické křížové odkazy, reference - i mezi více stránkami • prohlížeč DWG výkresů pro Android tablety

E EL-Revize 4800,- Kč

software pro revizní techniky • tvorba revizních zpráv s velkým výběrem tiskopisů • evidence revizí a kontrol spotřebičů • rozsáhlý závadovník, tisíce citací z článků norem ČSN, STN

Ceny jsou bez 21% DPH. Další informace i funkční demoverze na www.elmer.cz



ELMER software s.r.o., Pavlická 123, 155 21 Praha 5-Sobín

tel./fax: 220 981 202, mobil: 603 413 864, email: elmer@elmer.cz

**Příručka (nejen) pro zkoušky
elektrotechniků pracujících na
elektrických zařízeních nad 1 000 V
(druhé – aktualizované vydání)**

Publikace navazuje na příručky „Příručka pro zkoušky elektrotechniků – požadavky na základní odbornou způsobilost“, „Příručka pro zkoušky vedoucích elektrotechniků“ a „Příručka pro zkoušky projektantů elektrických instalací“, s nimiž vytváří základ pro vzdělávání elektrotechniků, v tomto případě elektrotechniků zabývajících se elektrickými zařízeními nad 1 000 V.

Její obsah vychází z platných legislativních předpisů a technických norem a obsahuje i řadu ustanovení a odkazů na podnikové normy energetiky, jejichž technické předpisy jsou řadě elektrotechniků již známé, neboť pro činnosti na zařízeních nad 1 000 V jsou nezbytné. Současný volný přístup k těmto technickým normám možný na internetové adrese www.csres.cz je velkým přínosem.

Příručka sestává ze sedmi kapitol, z nichž každá se dotýká vybrané, převážně bezpečnostní problematiky elektrických instalací a elektrických zařízení nad 1 000 V. K tomu je nutno dodat, že autor příručky si nečiní nárok na jednoznačné stanovení priority některého z obou používaných termínů, i když se po vydání ČSN 33 0010 ed. 2 začal termín elektrická instalace, jako sestava vzájemně spojených elektrických zařízení, více uplatňovat místo zažitého termínu elektrická zařízení.

V první kapitole se čtenář seznámí se základními legislativními podmínkami a požadavky pro připojení elektrických zařízení k elektrizační soustavě. Informace o rozdělení elektrických zařízení dle napětí a o hodnotách jmenovitých napětí používaných v trojfázových sítích České republiky tuto úvodní část příručky doplňují.

Druhá kapitola se zcela zabývá ochrannými pásmy jednotlivých zařízení elektrizační soustavy – jejich stavem platným k 1. 1. 2016. Jsou zde zdůrazněny zakázané činnosti, ale též podmínky pro možné činnosti v ochranných pásmech.

Zásady bezpečnosti při obsluze a práci na elektrických zařízeních nad 1 000 V jsou předmětem třetí kapitoly. Podkladem při zpracování této části byla vedle ČSN EN 50110-1 ed. 3 zejména podniková norma energetiky PNE 33 0000-6 ed. 3 a v ní uvedené zásady bezpečnosti ověřené dlouholetým praktickým využíváním a zkušenostmi. Tyto zásady jsou pak uplatněny v podmínkách uvedených pro práce na zařízeních bez napětí, pro práce v blízkosti zařízení pod napětím a zejména pro práce na zařízeních pod napětím.

Problematika ochrany před úrazem elektrickým proudem v zařízeních nad 1 000 V je podrobně rozvedena ve čtvrté kapitole, a to jak z hlediska prostředků ochrany základní – před dotykem živých částí, tak prostředků ochrany při poruše zařízení – ochrany před dotykem neživých částí. Popis způsobů ochrany neživých částí používaných v zařízeních nad 1 000 V, hodnoty dotykových napětí a přístupy k jejich určení popsané v příručce, jsou přínosem pro znalost problematiky ochrany před úrazem v těchto zařízeních. Nutno dodat, že uvedená problematika pro zařízení nad 1 000 V je dnes podrobně zmiňována zejména v podnikových normách energetiky.

Pojednání o uzemňování silových elektrických instalací a zařízení nad 1 000 V je obsahem páté kapitoly. Je zde poukázáno na hlediska, ze kterých musí vycházet návrh uzemňovací soustavy, ať se jedná o elektrické stanice nebo venkovní vedení. Pozornost je věnována opatřením pro dodržení dotykových napětí a opatřením pro zamezení zavlčení potenciálu ze soustav nad 1 000 V do soustav nízkého napětí. V samostatné části této kapitoly jsou popsány požadavky na uzemnění v transformovnách vn/nn.

Zajištění silových elektrických zařízení nad 1 000 V před účinky atmosférických přepětí se věnuje šestá kapitola příručky. Klade důraz na zásady pro umístění a připojování omezo-vačů přepětí a na ochranu jednotlivých druhů zařízení jak v sítích vysokého napětí, tak v sítích vn. Pozornost je věnována uzemňování chráněných zařízení jako nezbytného opatření ochra-ny zařízení před účinky blesků.

V sedmé kapitole jsou uvedena vybraná bezpečnostní ustanovení a související technické požadavky dotýkající se provedení elektrických instalací a souvisejících zařízení elektric-kých stanic, silových kabelových vedení vn a silnoprůdých venkovních vedení nad 1 000 V. Jedná se o ustanovení a zásady jednak chránící pracovníky obsluhující tato zařízení a jed-nak o zásady, při jejichž dodržení budou vytvořeny podmínky zajišťující bezpečný provoz a ochranu okolí provozovaných zařízení.

Na závěr každé kapitoly jsou uvedeny použité platné technické normy, ze kterých znění kapi-toly vychází a kontrolní otázky včetně stručných odpovědí.

Záměrem celé publikace, která může sloužit jako podklad pro přípravu na zkoušky elek-trotechniků, jsou zásady bezpečnosti a současné poznatky vztahující se na silová elektrická zařízení nad 1 000 V, i když charakter řady ustanovení je společný též pro zařízení do 1 000 V.

Druhé vydání této příručky je aktualizováno s platnými ustanoveními technických norem a legislativních předpisů, které nabyly účinnost v období od předchozího – prvního vydání v roce 2011. Na neplatné technické normy, které byly podkladem pro první vydání příručky, je poukázáno v textu kapitol.


Příručka je určena široké obci elektrotechniků od projektantů až po provozní elek-trikáře, a to nejen pro ty, kteří obhájí svoji odbornou způsobilost pro elektrické instalace a zařízení nad 1 000 V, ale i pro ty, kteří se na své profesní rozšíření teprve připravují.

TECHNICKÁ ŠKOLENÍ PRO FIRMY

Umíme komplexní řešení zákonného vzdělávání na míru

ELEKTRO

Revizní technik elektrických zařízení + E4/A
přípravný kurz, doškolení a přezkoušení.

 Školení a přezkoušení dle vyhlášky č. 50/78 Sb.,
o odborné způsobilosti v elektrotechnice - § 4-8 a § 10-11.

PLYN

- Revizní a zkušební technik plynových zařízení,
- montážní pracovník plynových zařízení,
- roční kontroly provozovaných PZ,
- provozovatelé bioplynových stanic.

ZÁKLADNÍ A OPAKOVANÁ ŠKOLENÍ

- Zdvihacích zařízení a vazačů břemen,
- pohyblivých pracovních plošin,
- zdvihacích ramp,
- nákladních výtahů,
- manipulačních vozíků.

POŽÁRNÍ OCHRANA

- Prevence v oblasti ochrany průmyslových zařízení před výbuchem
a požárem, ATEX (NV 406/2004 Sb. a NV 23/2003 Sb.),
- odborná způsobilost osob v oblasti požární ochrany.

RADIČNÍ OCHRANA

- Pro zdravotnické radiologické a průmyslové aplikace,
- pro pracoviště se zubním rentgenovým zařízením.

BOZP

Pohlídáme “
za Vás termíny
periodických
školení!”

Odbornou “
náplň upravíme
podle potřeb Vaší
organizace!”

unit

ŠKOLENÍ
KONFERENCE
SEMINÁŘE



www.unit.cz

Obsah

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

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	Přerušeni práce	48
3.4.5	Ukončení práce	49
3.5	Práce v blízkosti elektrických zařízení pod napětím	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
3.6	Práce na elektrických zařízeních pod napětím	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
3.7	Metody vybraných prací pod napětím	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
3.8	Dodatečné informace pro bezpečnou práci	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

Moravský svaz elektrotechniků

Geislerova 3, 615 00 Brno,

Sekretariát:

Tel.: +420 548 533 850

Mobil: +420 602 520 975

URL: <http://www.msebrno.cz>

e-mail : sekretariat@msebrno.cz



Školení elektrotechniků

- Novinka!** - školení a zkoušky dle vyhlášky č. 50/1978 Sb. ukončené zkouškou
- **školení a zkoušky § 9 v rozsahu E4/A „Zkoušky a revize el. spotřebičů“**
- přípravný kurz a zkoušky na výkon funkce revizního technika § 9
vyhlášky 50/1978 Sb.
- opakovací kurz a přezkoušení revizních techniků po 5 letech dle § 9

Organizuje:

- mezinárodní konference
- školení
- Dny nové techniky

Prodej:

- technických norem
- technických pomůcek pro diagnostiku
- odborné literatury
- měřicích přístrojů

Technickou podporu:

- poradenskou činnost
- vypracování znaleckých posudků
- montáže elektrických zařízení na klíč
- revize elektrických zařízení bez omezení napětí
- kalibrace měřicích přístrojů
- vypracování podkladů pro „Prohlášení o shodě“
- příprava pro zavedení systému jakosti ISO 9000/2000
- analýza sítě dle zákona 169/1997 Sb. hodnocení EMC
- elektrotechnickým cechům – živnostenským společenstvím

4.	OCHRANA PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM V ZAŘÍZENÍCH NAD 1 000 V	69
4.1	Základní požadavky na bezpečnost	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
4.2	Prostředky základní ochrany (ochrana před dotykem živých částí)	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
4.3	Ochrana při poruše (ochrana před dotykem neživých částí) rozvodných elektrických zařízení nad 1 000 V AC	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 ρ_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
4.4	Prostředky (způsoby) ochrany neživých částí elektrických rozvodných zařízení nad 1 000 V AC	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 nízkohybnančným 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
4.5	Uznávaná zvláštní opatření M pro elektrické stanice nad 1 kV	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
5.	UZEMŇOVÁNÍ ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ NAD 1 000 V	107
5.1	Termíny a definice	107
5.2	Elektrické stanice – uzemnění a uzemňovací přívody	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 zavlečeného potenciálu – zavlečený 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	Zavlečené 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 pláštů kabelů v rozvodných elektrických zařízeních	122
5.3	Venkovní vedení vn, vvn a zvn – uzemnění a uzemňovací přírady	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
6.	OCHRANA ROZVODNÝCH ZAŘÍZENÍ NAD 1 000 V PŘED PŘEPĚTÍM	133
6.1	Druhy svodičů přepětí	134
6.2	Základní údaje o ochraně sítí vn proti přepětí	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 sítí vn	135
6.3	Základní zásady dimenzování omezovačů přepětí	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
6.4	Zásady pro umístování a připojování omezovačů přepětí	140
6.4.1	Schéma připojení omezovače přepětí k chráněnému objektu	140
6.4.2	Obecně platná pravidla pro připojování svodičů přepětí	141
6.5	Doplňková ochranná opatření	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
6.6	Ochrana jednotlivých zařízení sítí vn omezovači přepětí	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	Vložení kabelové úseky a závěsné kabely ve venkovním vedení	146
6.6.4.2	Kabelová zaústění do elektrické stanice	146
6.7	Ochrana distribučních transformačních stanic omezovači přepětí	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
6.8	Rozvodny vn	149
6.8.1	Ochrana strany vn transformátoru 110 kV/vn	150
6.9	Základní údaje o ochraně sítí vvn proti přepětí	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 vloženy 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
7.	PROVEDENÍ ELEKTRICKÝCH INSTALACÍ A ZAŘÍZENÍ NAD 1 000 V	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
7.2	Silnoproudá kabelová vedení	171
7.3	Silnoproudá venkovní vedení	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 přeskočení	180
7.3.2.4	Nejkratší vnější vzdálenosti vedení vn od objektů	181
7.4	Elektrické přípojky vn	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

ZEZ SILKO



ENERGIE POD KONTROLOU

- Výkonové kondenzátory
- Kondenzátory pro výkonovou elektroniku
 - Kondenzátory pro indukční ohřev
 - Ochranné tlumivky
- Rozváděče pro kompenzaci jalové energie
- Komponenty pro kompenzaci jalové energie

EGE

TRADICE VÝROBY SPECIÁLNÍCH ZAŘÍZENÍ
PRO ENERGETIKU OD ROKU 1948

ZHÁŠEČÍ TLUMIVKY ZEMNÍHO SPOJENÍ

ZAPOUZDŘENÉ VODIČE - VÝVODY GENERÁTORŮ

PŘÍHRADOVÉ STOŽÁRY A OCELOVÉ KONSTRUKCE

EGE, spol. s r. o.

Novohradská 34, 370 08 České Budějovice

tel.: +420 387 764 111, fax: +420 387 764 600, e-mail: info@ege.cz



www.ege.cz

1. ÚVOD

Elektrína je forma energie, která je výslovně mnohostranná a upravitelná. Je využívána po přeměně v jiné formy energie jako teplo, světlo, mechanickou energii a v mnoho elektromagnetických, elektronických, akustických a vizuálních forem, které jsou základem moderních telekomunikací, informační technologie i zábavy.

Elektrína přichází k uživateli přes vzájemně propojený soubor zařízení pro výrobu, přenos, transformaci a distribuci elektriny včetně elektrických přípojek, přímých vedení a systémů měřicí, ochranné, řídicí, zabezpečovací, informační a telekomunikační techniky. Uvedený vzájemně propojený soubor zařízení vytváří **elektrizační soustavu České republiky**. Každá část nebo prvek této soustavy podléhá poškození a poruchám způsobeným elektrickým, mechanickým a chemickým namáháním, jejichž původ je v různých příčinách zahrnujících extrémní počasí, obyčejné opotřebení, stárnutí a působení lidských činností i činností zvířat a jiných okolností. Takové poškození pak může narušit nebo i přerušit dodávku elektriny jednomu nebo mnoha uživatelům.

Přenos elektriny pro celé území České republiky a propojení s elektrizačními soustavami sousedních států je zajišťováno **přenosovou soustavou**. Tu tvoří vzájemně propojený soubor vedení a zařízení 400 kV, 220 kV a vybraných vedení a zařízení 110 kV, jejichž provoz zajišťuje provozovatel přenosové soustavy.

Distribuce elektriny na vymezeném území České republiky je zajišťována distribuční soustavou (distribučními soustavami), což je vzájemně propojený soubor vedení a zařízení o napětí 110 kV, s výjimkou vybraných vedení a zařízení o napětí 110 kV, která jsou součástí přenosové soustavy a dále vedení a zařízení o napětí 0,4/0,23, 1,5, 3, 6, 10, 22, 25 a 35 kV. Vymezeným územím se rozumí území, na kterém držitel licence na distribuci elektriny – provozovatel distribuční soustavy, vykonává licencovanou činnost

Přenosová soustava a distribuční soustava je zřizována a provozována ve veřejném zájmu.

Elektrické přípojky (všech napěťových hladin) jsou určeny k připojení odběrných elektrických zařízení.

Právní rámec činností v energetických odvětvích, kterými jsou elektroenergetika, plynárenství a teplárenství, založený na principech tržní ekonomiky, vymezuje zákon č. 458/2000 Sb., *o podmínkách podnikání a výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon)*, který nabyl účinnost dnem 1. ledna 2001. Zákon prošel postupně po nabytí platnosti řadou novelizací. Poslední úplné znění zákona, které vyplynulo z předchozích provedených změn, bylo vydáno ve Sbírce zákonů pod číslem 314/2009. Platný energetický zákon je základní součástí systému legislativy v energetice, což je soubor právních předpisů a technických norem, které na sebe navazují. Nejvýše jsou postaveny zákony, na ně navazují prováděcí vyhlášky, případně nařízení vlády, technické normy ČSN a podnikové normy energetiky (PNE). Legislativní systém dále doplňují i Pravidla provozování přenosové soustavy (PPPS) a Pravidla provozování distribuční soustavy (PPDS), zpracovávaná a vydávaná příslušnými provozovateli.

1.1 Podmínky pro připojení elektrických zařízení k elektrizační soustavě

Legislativním předpisem stanovujícím podmínky připojení výroben elektřiny, distribučních soustav a odběrných míst zákazníků k elektrizační soustavě, dále pak způsob stanovení podílů nákladů spojených s připojením a se zajištěním požadovaného příkonu nebo výkonu elektřiny a pravidla pro posuzování souběžných požadavků na připojení **je s účinností od 1. února 2016** vyhláška Energetického regulačního úřadu (ERÚ) č. 16/2016 Sb., *o podmínkách připojení k elektrizační soustavě*. Nová vyhláška zároveň zrušuje předchozí vyhlášku ERÚ č. 51/2006 Sb. a její novelizované znění provedené vyhláškou č. 81/2010 Sb., které vstoupilo v planost 1. dubna 2010.

Nutnými podmínkami připojení zařízení žadatele k přenosové soustavě nebo k distribuční soustavě dle nové vyhlášky jsou:

- podání žádosti o připojení,
- předložení studie připojitelnosti (pokud bude požadována) za podmínek stanovených vyhláškou,
- uzavření smlouvy o připojení mezi žadatelem a provozovatelem přenosové soustavy nebo provozovatelem distribuční soustavy nebo změna stávající smlouvy o připojení (viz zákon č. 458/2000 Sb. v platném znění, § 50 odst. 3).

Poznámka:

Žadatelem se pro účely vyhlášky č. 16/2016 Sb. rozumí fyzická nebo právnická osoba, která žádá o připojení zařízení k přenosové nebo distribuční soustavě nebo o změnu rezervovaného příkonu nebo výkonu stávajícího zařízení nebo o připojení mikrozdroje k distribuční soustavě nebo o změnu charakteru odběru nebo o změnu druhu výroby elektřiny nebo instalovaného výkonu výroby elektřiny, a která je oprávněna zařízení užívat na základě vlastnického nebo jiného práva; za žadatele se považuje rovněž fyzická nebo právnická osoba, která v daném území zamýšlí provést výstavbu zařízení, a fyzická nebo právnická osoba, která žádá o smlouvu o připojení nebo její změnu.

K jednotlivým podmínkám připojení k přenosové nebo distribuční soustavě vyhláška upřesňuje následující.

Žádost o připojení se podává pro každé místo připojení zvlášť. Žádost o připojení zařízení žadatele k přenosové nebo distribuční soustavě se podává:

- před výstavbou nebo připojením nového zařízení, s výjimkou mikrozdrojů připojovaných k distribuční soustavě postupem podle § 16 vyhlášky č. 16/2016 Sb.,
- před změnou rezervovaného příkonu nebo výkonu stávajícího připojeného zařízení s výjimkou případů podle § 3 odst. 2 vyhlášky č. 16/2016 Sb.,
- před změnou charakteru odběru podle přílohy č. 9 k vyhlášce č. 16/2016 Sb.,
- v případě změny druhu výroby elektřiny,
- v případě změny místa připojení výroby elektřiny k přenosové nebo distribuční soustavě,
- v případě zvýšení instalovaného výkonu výroby připojené k distribuční soustavě.