

# Obsah

Úvod .....	7
1 Struktura elektrizační soustavy .....	8
2 Základní schémata elektrických stanic a rozveden .....	10
2.1 Schémata stanic 400 kV a 220 kV .....	10
2.1.1 Rozvodna s dvojitými přípojnici z nichž jedna je zároveň přípojnicí pomocnou .....	10
2.1.2 Rozvodna s dvojitými přípojnici hlavními a samostatnou pomocnou přípojnici .....	11
2.1.3 Rozvodna zapojená do "H" .....	11
2.1.4 Úsporné schéma do čtyřúhelníku .....	11
2.1.5 Rozvodny velké důležitosti se zvětšeným zabezpečením odboček znásobením vypínačů 1,5x, příp. 2x .....	12
2.2 Schémata stanic 110 kV .....	12
2.2.1 Rozvodny střední velikosti .....	12
2.2.2 Úsporná schémata malých rozveden .....	13
2.2.3 Schémata rozveden 110 kV s náhradou vypínačů .....	14
2.3 Rozvodny 35 kV a 22 kV .....	15
3 Transformátory .....	17
3.1 Hlavní transformátory elektráren .....	17
3.1.1 Blokové transformátory .....	17
3.1.2 Spojovací transformátory .....	17
3.2 Transformátory pro vlastní spotřebu elektráren .....	17
3.3 Síťové transformátory .....	18
3.4 Proximita transformačních stanic .....	20
3.4.1 Základní pojmy .....	20
3.4.2 Výpočet proximity trafostanic .....	20
3.4.3 Složení celkových ročních nákladů .....	21
3.4.4 Určení optimální vzdálenosti trafostanic .....	23
3.4.5 Proximita distribučních trafostanic v rozptýleném odběru .....	26
3.4.6 Velikost rezervy v transformátorech .....	27
4 Distribuční rozvodné soustavy .....	28
4.1 Síť paprskové radiální .....	28
4.2 Síť okružní .....	29
4.3 Mřížové síť .....	29
5 Průmyslový rozvod elektrické energie .....	33
5.1 Umístění transformátorů a rozváděčů .....	33
5.1.1 Vstupní a hlavní transformovna průmyslového závodu .....	33
5.1.2 Společné zásady pro všechny transformovny v průmyslovém rozvodu .....	34
5.2 Volba druhu transformátorů a rozváděčů .....	34
5.2.1 Hlavní rozváděče nn .....	34
5.2.2 Podružné rozváděče .....	35
5.3 Způsoby uložení kabelového vedení .....	35
5.3.1 Křížování kabelů .....	35
5.3.2 Postup při návrhu kabelových kanálů a jejich výzbroje .....	36
5.4 Modernizace průmyslového rozvodu .....	36
5.4.1 Zásady modernizace .....	36
5.4.2 Rekonstrukce rozvodů změnou umístění transformátoru .....	36
5.4.3 Rozšíření závodu .....	37
5.4.4 Rozšíření závodu s okružním rozvedem vn .....	37
5.5 Technologie projektu průmyslového závodu .....	38
5.6 Rozvod el. energie v hutním závodě .....	38

5.7	Rozvod elektrické energie v hlubinných dolech .....	39
5.7.1	Hlavní transformovna .....	39
5.7.2	Hlavní rozvodny v patrech .....	40
5.7.3	Pojízdné trafostanice .....	40
5.7.4	Rozváděče nn .....	41
6	Nové prvky průmyslových rozvodných zařízení .....	42
6.1	Zapouzdřené rozvodny .....	42
6.2	Rozváděče vn .....	45
6.2.1	Nové směry v konstrukci rozvodných zařízení vn .....	46
6.3	Rozváděče nn .....	50
6.3.1	Hlavní ukazatel pro hodnocení modernosti rozváděčů nn .....	51
7	Elektrické ochrany a jištění v průmyslovém rozvodu .....	52
7.1	Základní pojmy .....	52
7.1.1	Definice ochrany .....	53
7.1.2	Chráněný objekt .....	53
7.1.3	Ochrana .....	54
7.2	Poruchy .....	55
7.2.1	Základní věta o ekvivalenci poruchy .....	56
7.2.2	Příklad bezporuchové funkce a možnosti vzniku poruchy .....	56
7.3	Požadavky kladené na elektrické ochrany a jištění v průmyslu .....	57
7.4	Vypínací charakteristiky .....	58
7.5	Druhy jisticích přístrojů .....	60
7.5.1	Pojistky .....	61
7.5.2	Jističe .....	61
7.5.3	Jistící relé .....	64
7.6	Jištění elektrických vedení .....	69
7.6.1	Jištění vodičů pojistkami .....	72
7.6.2	Jištění vodičů jističi .....	76
7.6.3	Umístování jisticích prvků vedení .....	77
7.6.4	Jištění elektromotorů nn .....	78
7.7	Jištění elektromotorů vn .....	83
7.7.1	Jištění asynchronních motorů vn .....	83
7.7.2	Jištění synchronních motorů vn .....	84
7.8	Jištění ostatních spotřebičů .....	84
7.9	Uzemňování v rozvodu el. energie .....	85
8	Kompenzace jalového výkonu v průmyslu .....	86
8.1	Základní pojmy .....	86
8.1.1	Důsledky špatného účinníku .....	87
8.1.2	Výhody kompenzace účinníku .....	88
8.2	Určení velikosti paralelní kompenzace .....	88
8.2.1	Kompenzace při konstantním činném výkonu .....	89
8.2.2	Velikost jalového výkonu pro kompenzaci .....	90
8.3	Kompenzátory .....	90
8.4	Vliv spotřebičů na účinník .....	91
8.5	Kompenzace statickými kondenzátory .....	92
8.5.1	Individuální kompenzace .....	92
8.5.2	Skupinová kompenzace .....	92
8.5.3	Centrální kompenzace .....	93
8.6	Kompaktní filtračně-kompenzační rozváděč 6 kV .....	93
8.7	Regulace kondenzátorové baterie .....	95
9	Kvalita elektrické energie .....	97
9.1	Názvosloví .....	97
9.2	Harmonické vyšších řádů v průmyslových sítích .....	98
9.2.1	Výpočet harmonických vyšších řádů napětí u průmyslových zařízení .....	99

9.2.2	Výpočet činitele zkraslení napětí $k_z$ , způsobeného připojováním průmyslovým zařízením.....	100
9.3	Kolisání napětí způsobené průmyslovým zařízením.....	100
9.3.1	Mezní hodnoty relativních změn napětí.....	100
9.3.2	Výpočet relativních změn napětí.....	101
10	Energetické problémy elektrotopelných zařízení.....	102
10.1	Energetické problémy odporových elektrotopelných zařízení v průmyslu.....	102
10.1.1	Přímý odporový ohřev.....	102
10.1.2	Nepřímý odporový ohřev.....	108
10.1.3	Zapojení a regulace teploty odporových pecí.....	109
10.2	Rušivé vlivy elektrických obloukových pecí v napájecích sítích.....	112
10.2.1	Podstata vzniku rušivých vlivů ocelářských obloukových pecí.....	112
10.2.2	Kolisání napětí a proudová nesymetrie v primárních obvodech ocelářských obloukových pecí.....	117
10.2.3	Možnosti snížení rušivých účinků elektrických obloukových pecí na napájecí síť vysokého napětí.....	119
10.2.4	Řízení obloukových pecí počítačem.....	124
10.2.5	Diagnostika obloukových pecí počítačem.....	130
10.3	Energetické problémy indukčních elektrotopelných zařízení v průmyslu.....	133
10.3.1	Indukční kelímkové pece.....	133
10.3.2	Indukční zařízení pro povrchový ohřev.....	133
10.3.3	Kanálkové indukční pece.....	137
10.3.4	Připojení kanálkových pecí k síti.....	138
10.3.5	Elektrické zdroje napájení indukčních pecí.....	145
11	Projektování energetických systémů.....	151
11.1	Systémové řešení projektů v energetice.....	151
11.2	Funkce energetických systémů.....	154
11.3	Rozdělení projektovaných energetických systémů na subsystemy.....	155
11.4	Základy projektování.....	157
11.4.1	Projektování jako regulační proces.....	157
11.5	Podklady pro projektování.....	160
11.6	Alternativy řešení projektů.....	160
11.6.1	Subjektivní rozhodování.....	161
11.6.2	Objektivní rozhodování.....	161
11.7	Metoda rozhodovací analýzy.....	161
11.8	Teorie multikriteriální analýzy.....	163
11.8.1	Klasifikace úloh vícekritériálního rozhodování.....	163
11.8.2	Základní pojmy úloh vícekritériálního rozhodování.....	163
11.9	Obecný postup multikriteriálního hodnocení variant.....	164
11.9.1	Vytvoření soustavy kritérií hodnocení.....	165
11.9.2	Stanovení vah kritérií.....	166
11.9.3	Stanovení vzorových hodnot kritérií.....	166
11.9.4	Hodnocení dosažených výsledků variant.....	167
11.9.5	Posouzení rizik.....	170
11.9.6	Výběr nejvhodnější varianty.....	170
11.9.7	Vzájemná závislost a podmíněnost kritérií.....	170
11.9.8	Expertní hodnocení.....	171
11.10	Multikriteriální vyhodnocovací metody.....	171
11.10.1	Metoda váženého součtu – WSA (Weighted Sum Approach).....	171
11.10.2	Metoda ideálních bodů – IPA (Ideal Points Analysis).....	173
11.10.3	Metoda TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution).....	173
11.10.4	Metoda shody a neshody – CDA (Concordance Discordance Analysis).....	176
11.11	Modelování preferencí mezi kritérii.....	180

11.11.1	Ordinální informace .....	180
11.11.2	Váhy .....	180
11.11.3	Praktické způsoby získávání vah kritérií .....	180
11.11.4	Matematické metody určování vah kritérií .....	182
11.12	Kvalita a produktivita projektových prací .....	188
12	Spolehlivost v elektroenergetice .....	190
12.1	Problematika spolehlivosti .....	190
12.1.1	Oblasti řešení spolehlivosti .....	190
12.1.2	Základní pojmy z oblasti spolehlivosti .....	191
12.1.3	Číselné vyjádření spolehlivosti .....	192
12.1.4	Vztahy mezi základními spolehlivostními veličinami .....	192
12.1.5	Rozdělení pravděpodobnosti poruch .....	194
12.2	Výpočet spolehlivosti .....	196
12.2.1	Získávání vstupních údajů pro spolehlivostní výpočty .....	196
12.2.2	Metoda spolehlivostních schémat .....	198
12.2.3	Metodika výpočtu spolehlivosti dle směrnice ČEZ 22/80 .....	204
12.2.4	Simulační metoda výpočtu spolehlivosti .....	206
	Literatura: .....	208