

## Spis treści

Wstęp .....	11
<b>1. Zasady wykonywania sprawdzeń urządzeń i instalacji elektrycznych niskiego napięcia .....</b>	<b>12</b>
<b>1.1. Zasady ogólne .....</b>	<b>12</b>
<b>1.2. Wymagane kwalifikacje osób wykonujących sprawdzenia, w tym prace kontrolno-pomiarowe .....</b>	<b>12</b>
<b>2. Zasady bezpiecznego wykonywania prac kontrolno-pomiarowych .....</b>	<b>14</b>
<b>3. Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym w urządzeniach elektrycznych o napięciu do 1 kV .....</b>	<b>17</b>
<b>3.1. Wiadomości ogólne .....</b>	<b>17</b>
3.1.1. Oddziaływanie prądu elektrycznego na organizm ludzki .....	17
3.1.2. Warunki środowiskowe .....	18
3.1.3. Stopnie ochrony obudów urządzeń elektrycznych .....	19
3.1.4. Klasy ochronności urządzeń elektrycznych i elektronicznych .....	21
3.1.5. Napięcia i układy sieciowe niskiego napięcia .....	22
3.1.6. Oznaczenia przewodów i zacisków .....	29
<b>3.2. Środki ochrony przeciwporażeniowej .....</b>	<b>31</b>
3.2.1. Ochrona podstawowa .....	31
3.2.2. Ochrona przy uszkodzeniu (ochrona dodatkowa) .....	34
3.2.2.1. Urządzenia powodujące samoczynne wyłączenie zasilania .....	35
3.2.2.2. Ochrona przy uszkodzeniu przez samoczynne wyłączenie zasilania w układzie sieciowym TN .....	49
3.2.2.3. Ochrona przy uszkodzeniu przez samoczynne wyłączenie zasilania w układzie sieciowym TT .....	52
3.2.2.4. Ochrona przy uszkodzeniu przez samoczynne wyłączenie zasilania w układzie sieciowym IT .....	56
3.2.2.5. Ochrona przez zastosowanie izolacji ochronnej (podwójnej lub wzmocnionej) .....	59
3.2.2.6. Ochrona przez zastosowanie separacji elektrycznej .....	61
3.2.2.7. Ochrona przez zastosowanie bardzo niskiego napięcia w obwodach SELV i PELV .....	63
3.2.2.8. Ochrona przez zastosowanie nieprzewodzącego pomieszczenia .....	65
3.2.2.9. Ochrona przez zastosowanie nieziemionych połączeń wyrównawczych miejscowych .....	66
3.2.3. Ochrona przeciwporażeniowa uzupełniająca .....	67
3.2.4. Wymagania dodatkowe dotyczące ochrony przeciwporażeniowej w zależności od warunków środowiskowych .....	69
3.2.4.1. Pomieszczenia wyposażone w wannę lub prysznic (łazienki) .....	69
3.2.4.2. Tereny budowy i rozbiórki .....	73

3.2.4.3. Gospodarstwa rolne i ogrodnicze .....	75
3.2.4.4. Ograniczone przestrzenie przewodzące .....	76
3.2.5. Połączenia wyrównawcze .....	77
3.2.6. Przewody ochronne, ochronno-neutralne i wyrównawcze .....	79
3.2.7. Uziomy i przewody uziemiające .....	82
3.2.8. Wymagania odnośnie do uziemień ochronno-funkcjonalnych w sieciach TN .....	86
3.2.9. Przyłączanie urządzeń elektrycznych .....	89
<b>4. Metody i przyrządy pomiarowe stosowane w badaniach odbiorczych i eksploatacyjnych urządzeń elektroenergetycznych i środków ochrony przeciwporażeniowej .....</b>	<b>92</b>
<b>4.1. Kontrola metrologiczna przyrządów pomiarowych .....</b>	<b>92</b>
<b>4.2. Dokładność i zasady wykonywania pomiarów .....</b>	<b>94</b>
<b>4.3. Pomiary rezystancji przewodów i uzwojeń .....</b>	<b>98</b>
4.3.1. Pomiar rezystancji metodą techniczną .....	98
4.3.2. Pomiar rezystancji metodami mostkowymi .....	99
4.3.3. Mierniki do pomiarów małych rezystancji .....	103
<b>4.4. Pomiary rezystancji izolacji .....</b>	<b>107</b>
4.4.1. Cel i sposób wykonywania pomiarów rezystancji izolacji .....	107
4.4.2. Rodzaje mierników do pomiarów rezystancji izolacji .....	108
<b>4.5. Pomiary rezystancji uziemień i rezystywności gruntu .....</b>	<b>114</b>
4.5.1. Pomiar rezystancji uziemień metodą techniczną .....	114
4.5.2. Pomiar rezystancji uziemień metodą kompensacyjną za pomocą miernika IMU .....	116
4.5.3. Pomiar rezystancji uziemień i rezystywności gruntu miernikiem rezystancji uziemień typu MRU-101 .....	121
4.5.4. Udarowy miernik uziemień .....	126
4.5.5. Miernik rezystancji uziemienia MRU-200 .....	127
4.5.6. Obliczanie największych spodziewanych rezystancji uziemienia .....	131
<b>4.6. Mierniki stosowane do pomiaru impedancji pętli zwarciowej .....</b>	<b>132</b>
4.6.1. Miernik impedancji pętli zwarcia MZC-304 .....	132
4.6.2. Mierniki impedancji pętli zwarciowej z rodziny MZC-300 .....	137
4.6.3. Silnoprądowy miernik do pomiarów impedancji pętli zwarciowej MZC-310S .....	145
<b>4.7. Przyrządy służące do badań skuteczności ochrony     przeciwporażeniowej w obwodach z wyłącznikami     różnicowoprądowymi .....</b>	<b>146</b>
4.7.1. Miernik zabezpieczeń różnicowoprądowych MRP-120 .....	146
4.7.2. Miernik zabezpieczeń różnicowoprądowych MRP-200 .....	150
<b>4.8. Wielofunkcyjne mierniki instalacji elektrycznych .....</b>	<b>157</b>
4.8.1. Mierniki parametrów instalacji MPI-502 .....	157
4.8.2. Wielofunkcyjny miernik parametrów instalacji elektrycznych MPI-525 .....	158

4.8.3. Wielofunkcyjny miernik instalacji .....	166
4.8.4. Przyrząd do badań sprzętu elektrycznego .....	167
<b>4.9. Próbники wytrzymałości elektrycznej izolacji .....</b>	<b>168</b>
4.9.1. Próbник wytrzymałości elektrycznej izolacji API 5002.....	168
4.9.2. Automatemyczny próbnik wytrzymałości elektrycznej izolacji API 5000 .....	171
<b>5. Czasokresy wykonywania okresowych badań i pomiarów eksploatacyjnych urządzeń i instalacji elektrycznych .....</b>	<b>176</b>
<b>6. Badanie środków ochrony przeciwporażeniowej w urządzeniach elektroenergetycznych o napięciu znamionowym do 1 kV .....</b>	<b>178</b>
<b>6.1. Badania ochrony przez zastosowanie bardzo niskiego napięcia         w obwodach SELV i PELV .....</b>	<b>178</b>
<b>6.2. Badanie środków ochrony podstawowej .....</b>	<b>178</b>
<b>6.3. Badanie skuteczności ochrony przy uszkodzeniu przez         samoczynne wyłączenie zasilania .....</b>	<b>179</b>
6.3.1. Badanie samoczynnego wyłączenia zasilania w układzie TN .....	187
6.3.2. Badanie samoczynnego wyłączenia zasilania w układzie TT .....	190
6.3.3. Badanie samoczynnego wyłączenia zasilania w układzie sieciowym IT .....	192
6.3.4. Badanie wyłącznika różnicowoprądowego RCD .....	193
6.3.5. Próba ciągłości przewodów ochronnych i wyrównawczych .....	195
<b>6.5. Badanie skuteczności ochrony przez zastosowanie         nieprzewodzących pomieszczeń .....</b>	<b>198</b>
<b>6.4. Badanie skuteczności ochrony przez zastosowanie separacji         elektrycznej .....</b>	<b>201</b>
<b>7. Sprawdzanie instalacji i urządzeń elektrycznych .....</b>	<b>202</b>
<b>7.1. Sprawdzanie instalacji elektrycznych .....</b>	<b>202</b>
7.1.1. Oględziny i próby instalacji elektrycznych .....	202
7.1.2. Wykonywanie prób i pomiarów .....	205
7.1.3. Wykonywanie sprawozdania z przeprowadzonych sprawdzeń .....	207
<b>7.2. Badania i pomiary eksploatacyjne elektrycznych urządzeń         napędowych .....</b>	<b>214</b>
7.2.1. Pomiar rezystancji uzwojeń silników oraz współpracujących z nimi maszyn elektrycznych .....	215
7.2.2. Pomiar rezystancji izolacji uzwojeń silników oraz współpracujących z nimi maszyn elektrycznych i innych elementów urządzeń .....	215
7.2.3. Sprawdzenie stanu ochrony przeciwporażeniowej .....	218
<b>7.3. Badania i pomiary eksploatacyjne linii kablowych .....</b>	<b>218</b>
7.3.1. Sprawdzenie ciągłości żył kabli .....	218
7.3.2. Pomiar rezystancji izolacji linii kablowych .....	219
7.3.3. Próba napięciowa izolacji żył kabla .....	222
7.3.4. Próba napięciowa izolacji powłoki/osłony kabla .....	223

<b>7.4. Badania i pomiary eksploatacyjne baterii kondensatorów energetycznych do kompensacji mocy biernej</b> .....	<b>224</b>
7.4.1. Pomiar napięcia zasilającego.....	224
7.4.2. Pomiar prądu poszczególnych faz baterii i ocena obciążenia.....	224
7.4.3. Pomiar rezystancji izolacji kondensatora między izolowanymi biegunami a obudową.....	225
7.4.4. Sprawdzenie ciągłości obwodów rozładowania.....	225
7.4.5. Pomiar pojemności kondensatorów.....	226
<b>7.5. Badania i pomiary eksploatacyjne elektrycznych spawarek i zgrzewarek</b> .....	<b>228</b>
7.5.1. Pomiar rezystancji izolacji napędu elektrycznego spawarki lub zgrzewarki.....	229
7.5.2. Pomiar rezystancji izolacji transformatorów zainstalowanych w spawarkach lub zgrzewarkach.....	229
7.5.3. Pomiar rezystancji izolacji innych elementów urządzeń i instalacji elektrycznych.....	231
7.5.4. Pomiar napięcia biegu jałowego po stronie wtórnej spawarek i zgrzewarek.....	231
7.5.5. Sprawdzenie stanu ochrony przeciwporażeniowej.....	232
<b>7.6. Badania i pomiary eksploatacyjne urządzeń oświetlenia elektrycznego wewnątrz pomieszczeń</b> .....	<b>233</b>
7.6.1. Pomiar rezystancji izolacji urządzeń i instalacji oświetlenia elektrycznego.....	233
7.6.2. Badanie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej.....	234
7.6.3. Badanie oświetlenia.....	234
7.6.3.1. Badanie natężenia oświetlenia.....	234
7.6.3.2. Pomiary współczynnika odbicia i luminancji przy użyciu luksomierza.....	237
7.6.3.3. Sprawdzenie olśnienia.....	239
7.6.3.4. Sprawdzenie wskaźnika oddawania barw.....	240
<b>7.7. Badania i pomiary eksploatacyjne urządzeń elektrotermicznych</b> .....	<b>241</b>
7.7.1. Pomiar rezystancji izolacji obwodów zasilania, sterowania, sygnalizacji i innych elementów.....	241
7.7.2. Pomiar poboru mocy elektrycznej (bez wsadu) i czasu nagrzewania dla pieców oporowych i indukcyjnych, suszarek elektrycznych i nagrzewnic oporowych.....	242
7.7.3. Badania skuteczności ochrony przeciwporażeniowej.....	242
<b>7.8. Badania i pomiary eksploatacyjne urządzeń akumulatorowych</b> .....	<b>242</b>
7.8.1. Pomiar napięć ogniwi akumulatorowych.....	243
7.8.2. Pomiar rezystancji łączników wewnątrz baterii akumulatorów.....	243
7.8.3. Pomiar rezystancji izolacji baterii w stosunku do ziemi.....	243
7.8.4. Pomiar pojemności baterii akumulatorów.....	244
<b>7.9. Badania i pomiary eksploatacyjne urządzeń prostownikowych</b> .....	<b>246</b>

<b>7.10. Badania i pomiary eksploatacyjne urządzeń do elektrolizy .....</b>	<b>247</b>
7.10.1. Pomiar rezystancji izolacji .....	247
7.10.2. Pomiar prądu upływowego .....	248
7.10.3. Pomiar spadków napięć na stykach połączeń bezpośrednio przy elektrolizerze .....	249
7.10.4. Kontrola nagrzewania się połączeń szynowych przy elektrolizerze .....	250
7.10.5. Sprawdzenie wydajności i gęstości prądu anodowego i katodowego .....	251
7.10.6. Sprawdzenie wskaźnika jednostkowego zużycia energii elektrycznej .....	252
7.10.7. Badania skuteczności ochrony przeciwporażeniowej .....	252
<b>7.11. Badania i pomiary eksploatacyjne zespołów prądotwórczych .....</b>	<b>252</b>
7.11.1. Pomiar rezystancji izolacji głównej uzwojenia stojana prądnicy .....	253
7.11.2. Pomiar rezystancji izolacji głównej obwodu wzbudzenia prądnicy .....	253
7.11.3. Pomiar rezystancji izolacji obwodów rozdzielnic elektrycznej zespołu prądotwórczego .....	254
7.11.4. Badanie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej za pomocą samoczynnego wyłączenia zasilania .....	255
<b>7.12. Badania i pomiary eksploatacyjne narzędzi ręcznych o napędzie elektrycznym (elektronarzędzi) .....</b>	<b>255</b>
7.12.1. Oględziny zewnętrzne .....	257
7.12.2. Oględziny wewnętrzne .....	257
7.12.3. Pomiar rezystancji izolacji .....	258
7.12.4. Sprawdzenie obwodu ochronnego .....	259
7.12.5. Sprawdzenie biegu jałowego .....	260
7.12.6. Sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej izolacji .....	260
7.12.7. Ocena wyników badań .....	261
<b>7.13. Sprawdzania eksploatacyjne urządzeń piorunochronnych LPS .....</b>	<b>261</b>
7.13.1. Sprawdzenie dokumentacji technicznej .....	262
7.13.2. Oględziny .....	262
7.13.3. Próby .....	263
<b>7.14. Badania i pomiary eksploatacyjne w strefach zagrożonych wybuchem .....</b>	<b>266</b>
7.14.1. Wiadomości ogólne .....	266
7.14.2. Zakres okresowych badań eksploatacyjnych elektroenergetycznych urządzeń przeciwwybuchowych .....	269
7.14.3. Badania urządzeń elektrycznych w strefach zagrożonych wybuchem .....	269
<b>7.15. Badania i pomiary po naprawach odbiorników elektrycznych gospodarstw domowych .....</b>	<b>272</b>
<b>7.16. Badania i pomiary eksploatacyjne transformatorów o mocy 1,6 MVA i mniejszej .....</b>	<b>274</b>
7.16.1. Pomiar rezystancji uzwojeń .....	274

7.16.2. Pomiar rezystancji izolacji uzwojeń transformatora .....	276
7.16.3. Badanie oleju .....	279
<b>7.17. Badania i pomiary eksploatacyjne urządzeń dźwigowych .....</b>	<b>282</b>
7.17.1. Oględziny instalacji i urządzeń elektrycznych dźwigu .....	282
7.17.2. Pomiar rezystancji izolacji .....	283
7.17.3. Sprawdzenie ciągłości przewodów ochronnych .....	284
7.17.4. Badanie skuteczności ochrony przy uszkodzeniu przez samoczynne wyłączenie zasilania .....	286
7.17.5. Badanie obwodu bezpieczeństwa .....	286
<b>7.18. Badania i pomiary eksploatacyjne urządzeń energoelektronicznych .....</b>	<b>287</b>
<b>8. Wzory protokołów z pomiarów .....</b>	<b>292</b>
<b>Literatura .....</b>	<b>320</b>
<b>Akty prawne .....</b>	<b>320</b>
<b>Normy .....</b>	<b>321</b>
<b>Publikacje .....</b>	<b>323</b>