

## SPIS TREŚCI

|                                                                                                                                                   |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Słowo wstępne .....</b>                                                                                                                        | <b>7</b>  |
| <b>1. Udział polskich przedsiębiorstw przemysłowych w realizacji projektu nieukończonej Elektrowni Jądrowej Żarnowiec w latach 1982–1991.....</b> | <b>9</b>  |
| <b>2. Doświadczenia polskich firm przemysłowych z udziału w dotychczasowych projektach energetyki jądrowej za granicą .....</b>                   | <b>9</b>  |
| 2.1. Wprowadzenie .....                                                                                                                           | 17        |
| 2.2. Elektrownia Jądrowa Paks, Węgry.....                                                                                                         | 17        |
| 2.3. Elektrownia Jądrowa Kozłoduj, Bułgaria.....                                                                                                  | 18        |
| 2.4. Elektrownia Jądrowa Chmielnicka, Ukraina .....                                                                                               | 18        |
| 2.5. Elektrownia Jądrowa Olkiluoto 3, Finlandia .....                                                                                             | 19        |
| 2.6. Elektrownia Jądrowa Oskarshamn, Szwecja .....                                                                                                | 25        |
| 2.7. Elektrownia Jądrowa Flamanville, Francja .....                                                                                               | 25        |
| 2.8. Zakład wzbogacania uranu w Pierrelate, Francja .....                                                                                         | 26        |
| 2.9. Dostawy urządzeń elektrycznych polskiej produkcji dla elektrowni jądrowych budowanych w technologii rosyjskiej .....                         | 26        |
| <b>3. Przykłady technologii współczesnych energetycznych reaktorów jądrowych .....</b>                                                            | <b>29</b> |
| 3.1. Wprowadzenie .....                                                                                                                           | 29        |
| 3.2. EPR (Francja).....                                                                                                                           | 30        |
| 3.3. AP1000 (USA).....                                                                                                                            | 32        |
| 3.4. ABWR/ESBWR (USA, Japonia) .....                                                                                                              | 36        |
| 3.5. APR-1400 (Republika Korei).....                                                                                                              | 38        |
| 3.6. WWER-1200 (Rosja).....                                                                                                                       | 40        |
| 3.7. EC6 (Kanada) .....                                                                                                                           | 42        |
| 3.8. Hualong one (HL 1000)/HPR1000 (Chiny) .....                                                                                                  | 43        |
| <b>4. Układy i urządzenia elektryczne nowoczesnej elektrowni jądrowej .....</b>                                                                   | <b>47</b> |
| 4.1. Wprowadzenie .....                                                                                                                           | 47        |
| 4.2. Zapewnienie niezawodności zasilania elektrycznego potrzeb własnych.....                                                                      | 47        |

|                                                                                                                                                                                                                                         |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.3. Elementy funkcjonalne elektrowni jądrowej i ich część elektryczna. ....                                                                                                                                                            | 51        |
| 4.3.1. Wyspa jądrowa. ....                                                                                                                                                                                                              | 51        |
| 4.3.2. Wyspa turbinowa. ....                                                                                                                                                                                                            | 53        |
| 4.3.3. Wyprowadzenie mocy. ....                                                                                                                                                                                                         | 56        |
| 4.3.4. Pozostałe części infrastruktury elektrowni. ....                                                                                                                                                                                 | 56        |
| 4.4. Wymagania specjalne dla komponentów i urządzeń elektrycznych przeznaczonych do pracy w elektrowniach jądrowych. ....                                                                                                               | 56        |
| 4.4.1. Kable. ....                                                                                                                                                                                                                      | 57        |
| 4.4.2. Rozdzielnice średnich i niskich napięć. ....                                                                                                                                                                                     | 58        |
| 4.4.3. Transformatory. ....                                                                                                                                                                                                             | 62        |
| 4.4.4. Agregaty prądotwórcze z silnikami wysokoprężnymi. ....                                                                                                                                                                           | 63        |
| <b>5. Wymagania techniczne dla części elektrycznej elektrowni jądrowej według dokumentów prawnych, normalizacyjnych i doradczych. ....</b>                                                                                              | <b>67</b> |
| 5.1. Wprowadzenie. ....                                                                                                                                                                                                                 | 67        |
| 5.2. Prawo atomowe oraz inne ustawy i rozporządzenia. ....                                                                                                                                                                              | 68        |
| 5.3. Poziom drugi - wytyczne dozoru jądrowego. ....                                                                                                                                                                                     | 70        |
| 5.4. Poziom trzeci – zalecenia MAEA i WENRA dotyczące podstaw bezpieczeństwa w energetyce jądrowej. ....                                                                                                                                | 71        |
| 5.5. Poziom czwarty – standardy szczegółowe MAEA, ISO, EUR i EPRI. ....                                                                                                                                                                 | 72        |
| 5.6. Poziom piąty – specjalne standardy, normy i kodeksy stosowane w energetyce jądrowej. ....                                                                                                                                          | 75        |
| 5.6.1. Standardy jądrowe IEC. ....                                                                                                                                                                                                      | 75        |
| 5.6.2. Francuski standard jądrowy AFCEN RCC-E. ....                                                                                                                                                                                     | 76        |
| 5.6.3. Amerykańskie standardy jądrowe IEEE. ....                                                                                                                                                                                        | 78        |
| 5.6.4. Niemieckie, kanadyjskie i rosyjskie standardy jądrowe. ....                                                                                                                                                                      | 79        |
| 5.7. Poziom szósty – konwencjonalne standardy techniczne dla urządzeń i układów elektrycznych elektrowni jądrowej. ....                                                                                                                 | 79        |
| 5.8. Poziom siódmy – dobre praktyki przemysłowe. ....                                                                                                                                                                                   | 81        |
| <b>6. Wytyczne i rekomendacje o charakterze organizacyjnym dla polskich firm chcących uczestniczyć w projektach energetyki jądrowej ze szczególnym uwzględnieniem wymagań dotyczących systemów zapewnienia i kontroli jakości. ....</b> | <b>83</b> |
| 6.1. Polityka organizacyjna. ....                                                                                                                                                                                                       | 83        |
| 6.2. Polityka zarządzania projektowego, zapewnienia i kontroli jakości. ....                                                                                                                                                            | 84        |
| 6.3. Zarządzanie zasobami ludzkimi. ....                                                                                                                                                                                                | 89        |
| 6.4. Kondycja ekonomiczno-finansowa. ....                                                                                                                                                                                               | 91        |
| 6.5. Doświadczenie. ....                                                                                                                                                                                                                | 92        |
| 6.6. Zapewnienie możliwości kwalifikowania produkowanych urządzeń dla potrzeb elektrowni jądrowej. ....                                                                                                                                 | 92        |
| <b>7. Ścieżka podniesienia kompetencji polskich firm w zakresie wykonania systemów elektrycznych w obiektach energetyki jądrowej na świecie i w Polsce. ....</b>                                                                        | <b>95</b> |
| <b>Podsumowanie. ....</b>                                                                                                                                                                                                               | <b>95</b> |
| <b>Piśmiennictwo – Wykaz źródeł. ....</b>                                                                                                                                                                                               | <b>97</b> |

## Załączniki

|                                                                                                                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Załącznik A – Standardy Bezpieczeństwa Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej<br>– IAEA dotyczące układów elektrycznych oraz AKPiA elektrowni jądrowych .....                  | 99  |
| Załącznik B – Standardy jądrowe ISO .....                                                                                                                                        | 105 |
| Załącznik C – Wybrane normy EUR dotyczące układów elektrycznych elektrowni jądrowej ....                                                                                         | 107 |
| Załącznik D – Standardy EPRI – URD i dokumenty pokrewne. ....                                                                                                                    | 113 |
| Załącznik E – Normy jądrowe i konwencjonalne IEC .....                                                                                                                           | 115 |
| Załącznik F – Kod AFCEN RCC-E .....                                                                                                                                              | 145 |
| Załącznik G – Normy IEEE odnoszące się do części elektrycznej, układów pomiarowych<br>oraz AKPiA elektrowni jądrowej.....                                                        | 163 |
| Załącznik H – Normy jądrowe niemieckie KTA i DIN dotyczące zagadnień układów<br>elektrycznych, pomiarowych, oprogramowania komputerowego oraz AKPiA<br>elektrowni jądrowej ..... | 175 |
| Załącznik I – Normy jądrowe kanadyjskie CSA N dotyczące zagadnień układów<br>elektrycznych, pomiarowych, oprogramowania komputerowego oraz AKPiA<br>elektrowni jądrowej .....    | 181 |
| Załącznik J – Normy jądrowe rosyjskie GOST dotyczące zagadnień układów<br>elektrycznych, pomiarowych, oprogramowania komputerowego oraz AKPiA<br>elektrowni jądrowej .....       | 185 |

Kongres podjął decyzję o przygotowaniu studium strategicznego w formie raportu „Energia elektryczna dla pokoleń”. Ten najważniejszy dokument pokongresowy został zaprezentowany podczas Debaty podsumowującej II KEP 11 kwietnia 2016 roku, a następnie na XXV Kongresie Techników Polskich i III Światowym Zjeździe Inżynierów Polskich, które odbyły się w dniach 16–18.06.2016 r. we Wrocławiu. W Raporcie wymieniono wskazania na konieczność budowy w Polsce elektrowni jądrowej. Zamierzającym Czytelników zachęcam do zapoznania się z pełną treścią Raportu, która dostępna jest na stronie internetowej SEP – [www.sep.com.pl](http://www.sep.com.pl).

Budowa dużej systemowej elektrowni jądrowej wyposażonej w od dwóch do czterech bloków o mocy elektrycznej rzędu od 1 GW do 1,5 GW każdy, bazując na nowoczesnych technologiach reaktorów neutronowych trzeciej generacji, byłaby za wszelkich cen potrzebna, przyczyniając się do zmniejszenia ilości emitowanych do atmosfery substancji szkodliwych – dwutlenku węgla, a także tlenków siarki i azotu oraz pyłów.

Energetyka jądrowa wraz ze źródłami energii odnawialnej – takimi jak elektrownie wiatrowe i fotowoltaiczne, daje zatem szansę na stworzenie