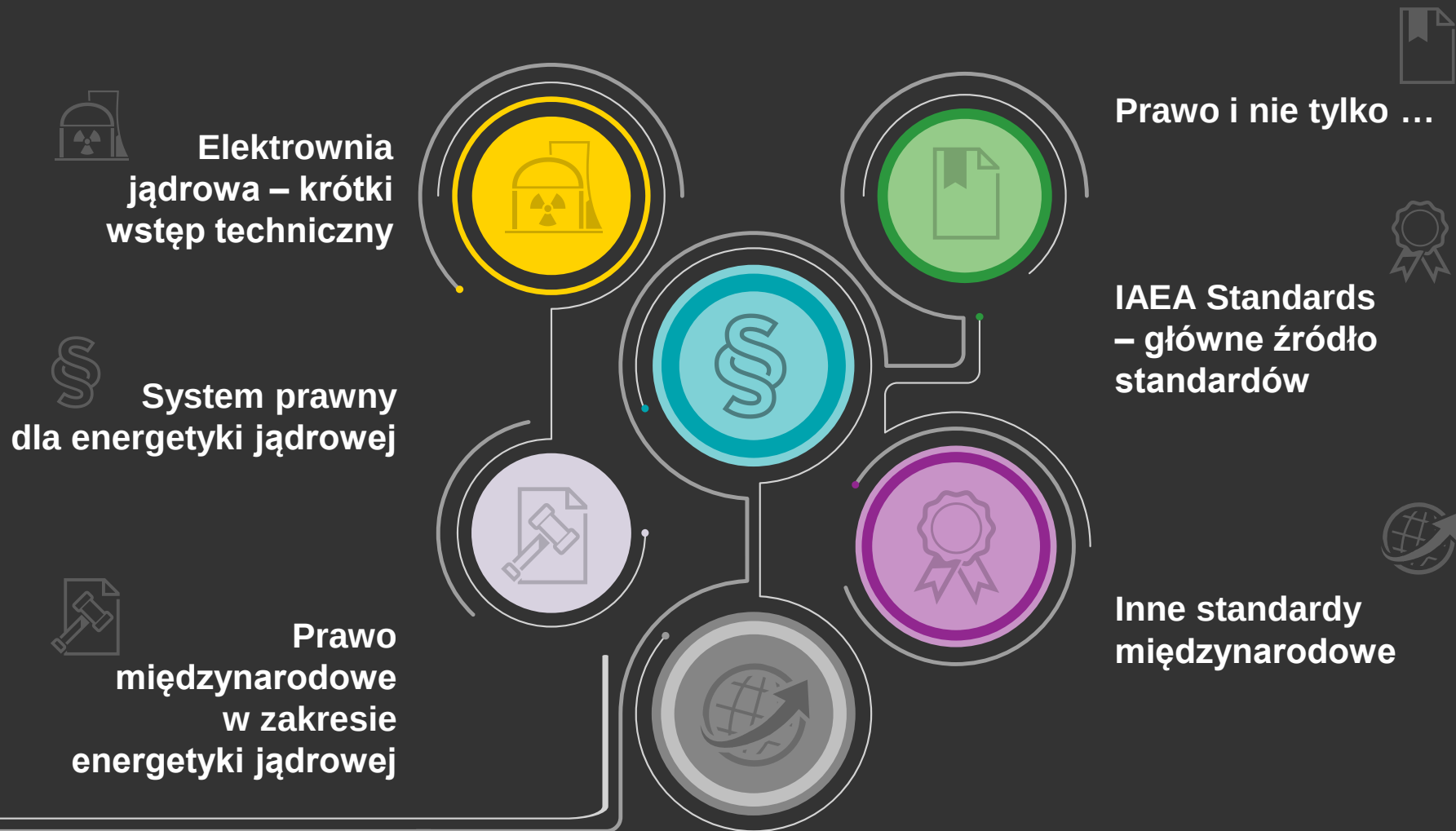


Źródła wymagań stawianych instalacjom elektrycznym w elektrowniach jądrowych

29 listopada 2017 roku

Agenda



Elektrownia jądrowa

Krótki wstęp techniczny



Elektrownia jądrowa a konwencjonalna

Elektrownia jądrowa a elektrownia konwencjonalna

Zamiast kotła, który stanowi źródło ciepła produkujące parę wodną zasilającą turbinę parową jest reaktor jądrowy.

1

Źródłem ciepła nie jest zatem reakcja spalania a reakcja rozpadu ciężkich jąder uranu.

2

Pozostałe różnice wynikają wyłącznie z powyższej różnicy głównej

3

Opis funkcjonowania elektrowni jądrowej

Elektrownię można zasadniczo podzielić na trzy części



- ▶ Wyspa jądrowa (czyli reaktor oraz pozostałe instalacje znajdujące się w budynku reaktora)
- ▶ Część konwencjonalna (czyli turbina)
- ▶ Pozostałe instalacje (balance of plant)

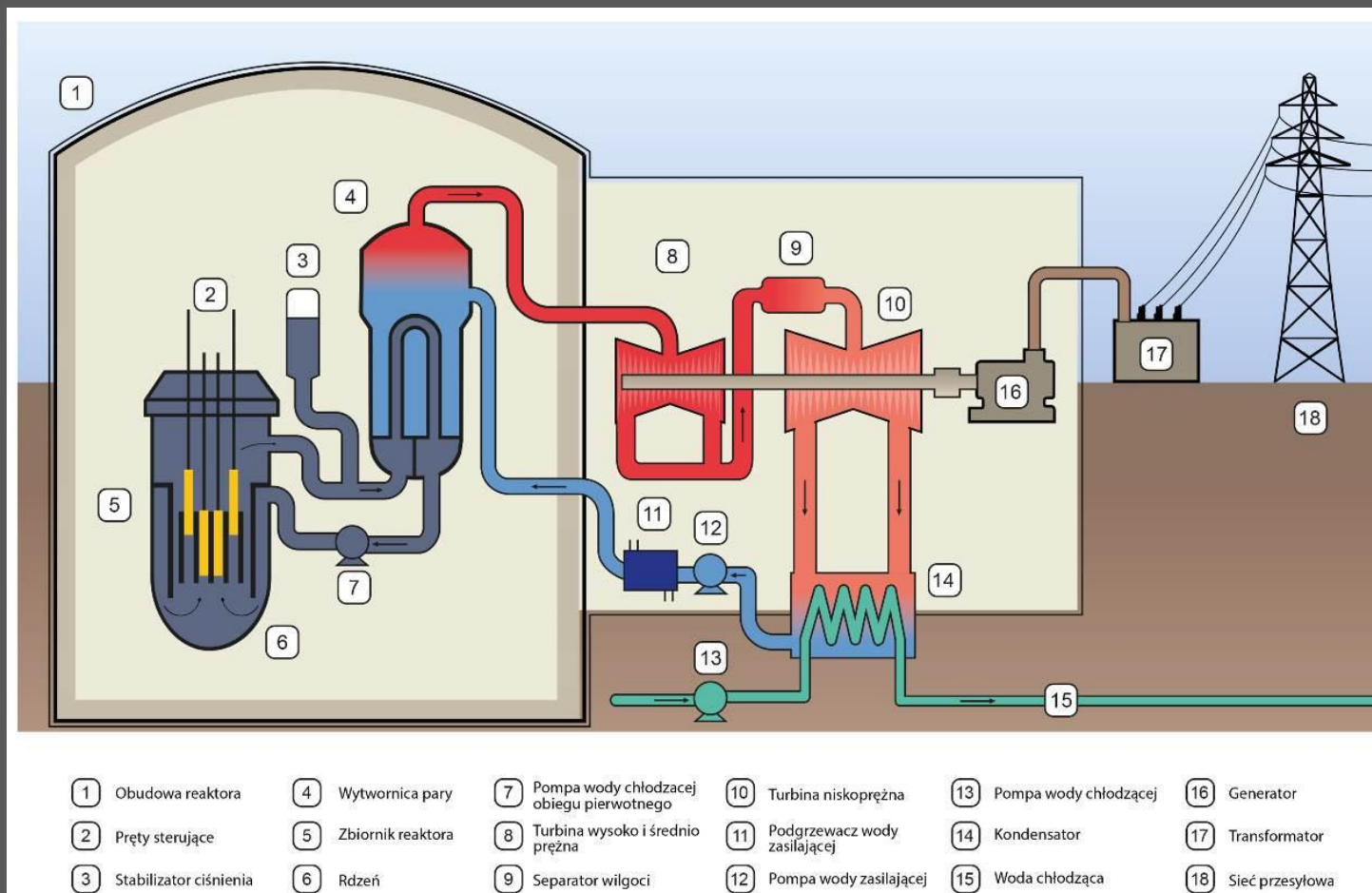
Wyspa jądrowa wykorzystuje różne technologie jądrowe

Najczęściej spotykane to:



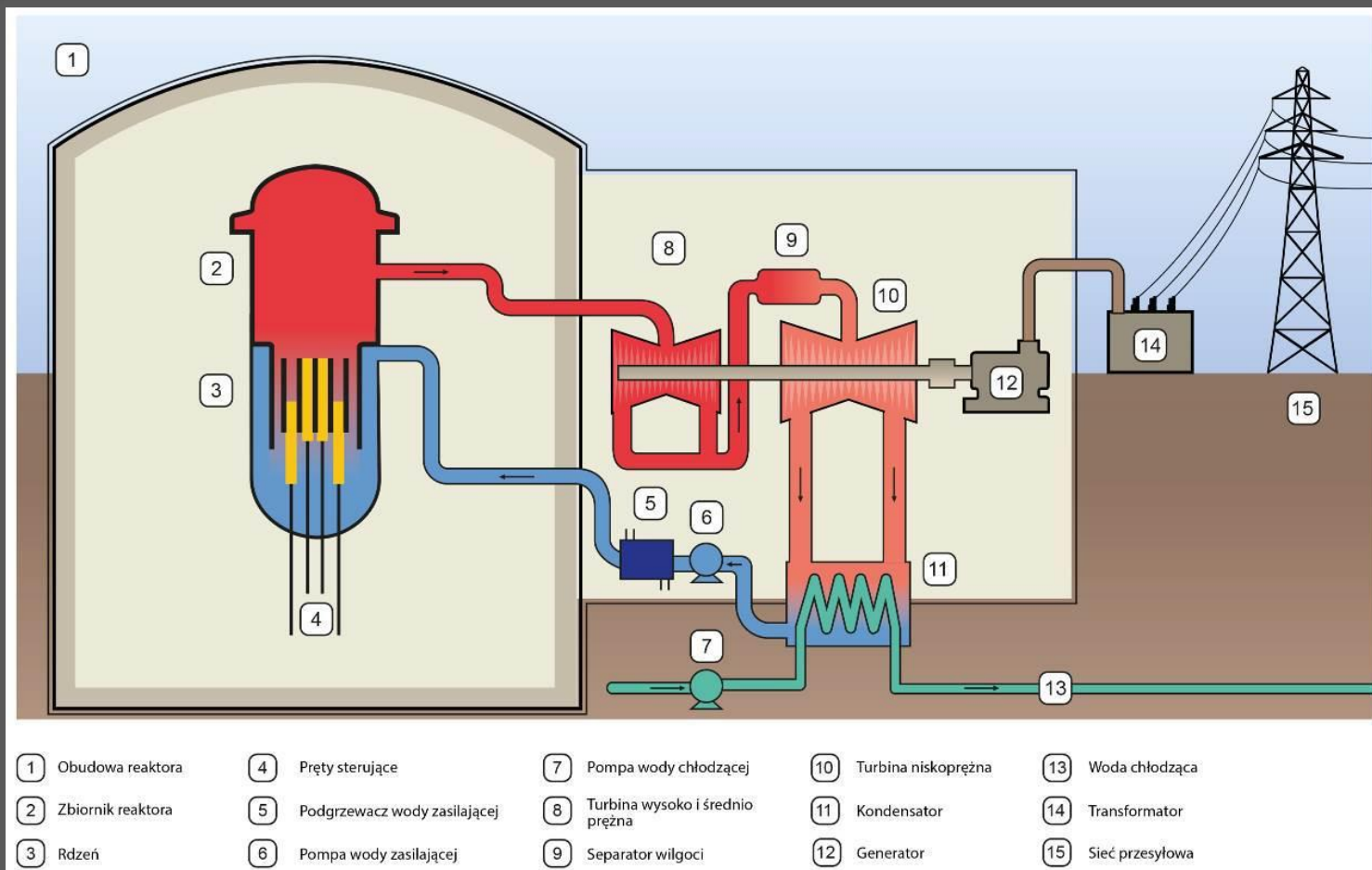
- ▶ PWR (VVER) – reaktory ciśnieniowe lekkowodne (EPR, AP1000, VVER, ...)
- ▶ BWR – reaktory wrzące lekkowodne (ABWR, ESBWR, ...)
- ▶ PHWR – reaktory ciśnieniowe ciężkowodne (CANDU, ...)

Reaktory PWR



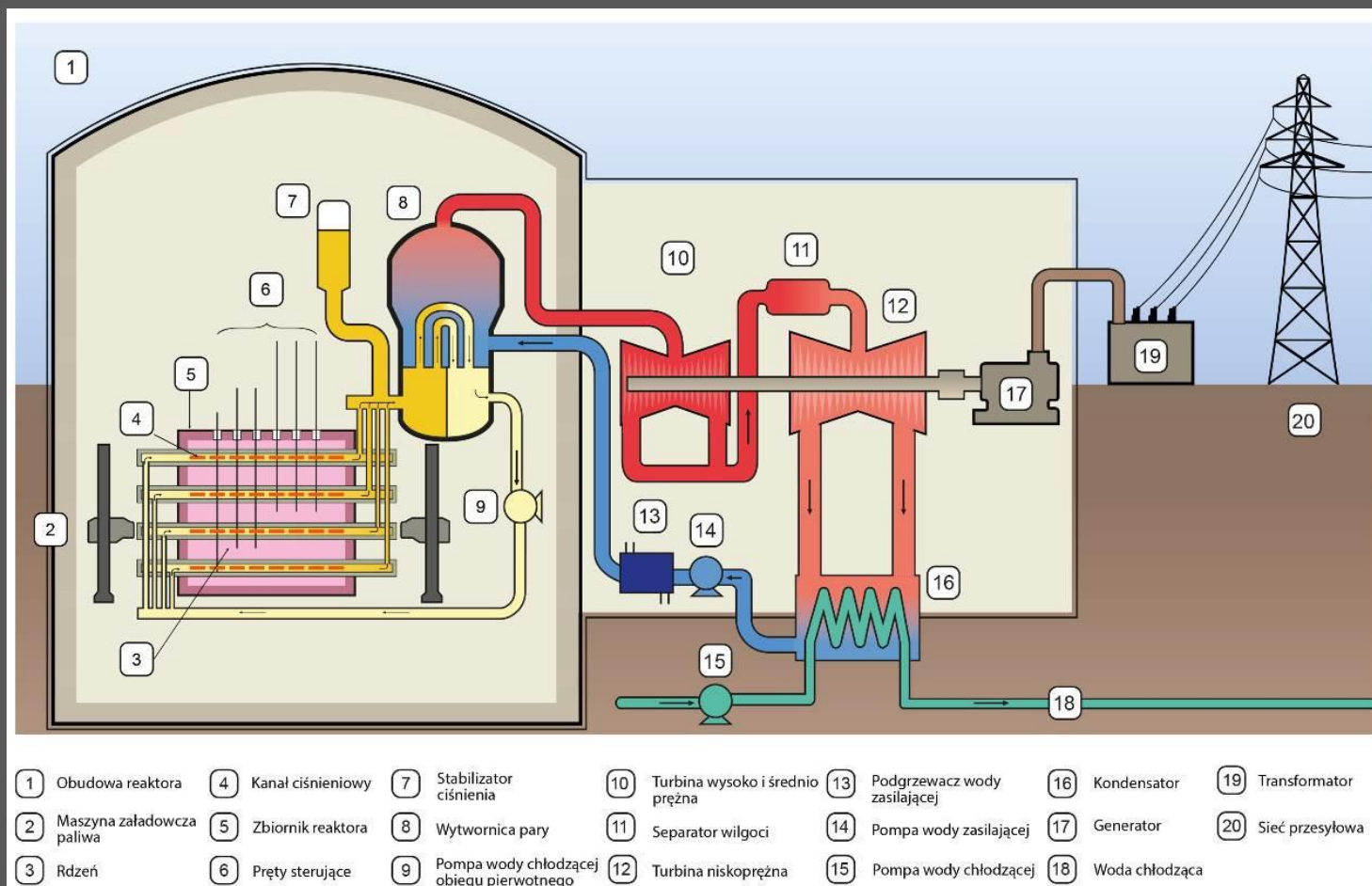
Źródło: Karta Informacyjna Przedsięwzięcia (PGE_SCN_DES_0001_PL_2.0), PGE EJ1 Sp. z o.o.

Reaktory BWR



Źródło: Karta Informacyjna Przedsięwzięcia (PGE_SCN_DES_0001_PL_2.0), PGE EJ1 Sp. z o.o.

Reaktory PHWR



Źródło: Karta Informacyjna Przedsięwzięcia (PGE_SCN_DES_0001_PL_2.0), PGE EJ1 Sp. z o.o.

Wyspa konwencjonalna (turbinowa)

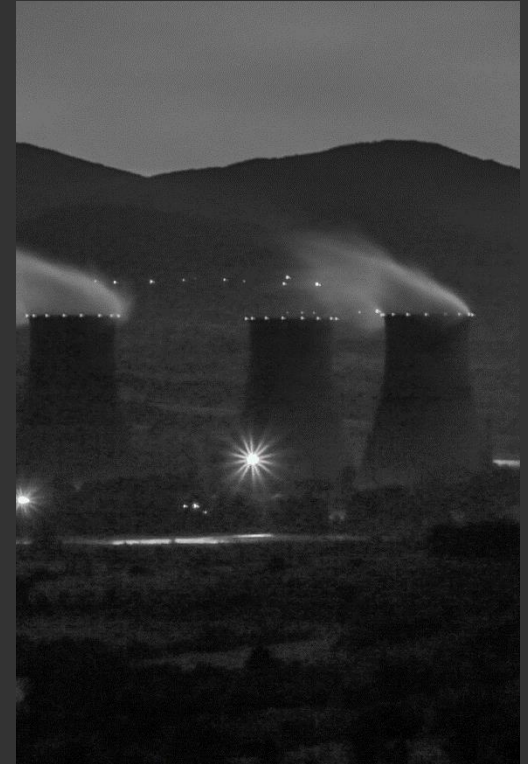
Turbiny w elektrowniach jądrowych różnią się od tych w elektrowniach konwencjonalnych z uwagi na inne parametry pary

Para świeża w elektrowni konwencjonalnej ma znacznie wyższą temperaturę 500-700°C, natomiast w elektrowni jądrowej jedynie ponad 300°C.

Strumień pary jest znacznie większy w elektrowni jądrowej.

Konieczność stosowania osuszacza pary pomiędzy pierwszą a kolejnymi sekcjami turbiny.

W przypadku reaktorów BWR turbina zasilana jest parą, która była w reaktorze, co wymaga dodatkowej ochrony przed promieniowaniem. Skażenie nie jest jednak bardzo znaczące.



Wyprowadzenie mocy



Technicznie nie ma konieczności znacznej modyfikacji wyprowadzenia mocy z elektrowni jądrowej w stosunku do elektrowni konwencjonalnej



Główna różnica wynika z faktu, że elektrownie jądrowe charakteryzują się większą mocą bloków więc potrzebne są większe urządzenia

Zatem w czym problem?

Dlaczego dodatkowe
wymagania?



Zatem w czym problem?

Skoro elektrownia jądrowa to jest to samo co elektrownia konwencjonalna tylko z innym źródłem ciepła to gdzie jest problem?

Promieniowanie!

Czy to rzeczywiście aż tak duże zagrożenie?

Promieniowanie jest wszędzie

Organizmy żywe są przystosowane do promieniowania

Istnieją miejsca na świecie (naturalne) gdzie promieniowanie naturalne (tzw. promieniowanie tła) wielokrotnie przekracza polskie (i nie tylko) normy przewidziane dla zwykłych obywateli oraz pracowników instalacji jądrowych.



Skoro promieniowanie jest zamknięte to może wystarczy wyłączyć elektrownie w razie niebezpieczeństwa i koniec?

No i promieniowanie jest zamknięte w:



Pastylkach paliwowych



Koszulkach prętów paliwowych



Zbiorniku reaktora



Budynku reaktora

Ciepło powyłączeniowe

Niestety nie można po prostu wyłączyć elektrowni jądrowej.

Pełne wyłączenie reaktora do stanu w którym nie wymaga on dalszych działań człowieka zajmuje kilka dni, a wynika to z fizyki zjawisk zachodzących w reaktorze.

Konieczne jest odprowadzenie ciepła powyłączeniowego z reaktora przez jedną do kilku dób, aby zapobiec stopieniu rdzenia, przetopieniu zbiornika reaktora i wydostaniu się wypalonego paliwa i innych substancji promieniotwórczych zawartych w paliwie!



Dla przykładu:



Blok o mocy elektrycznej **~1,6 GW** odpowiada mocy cieplnej reaktora około **4,5 GW**

Moc bezpośrednio po wyłączeniu reaktora wynosi około **7%** (315 MW)

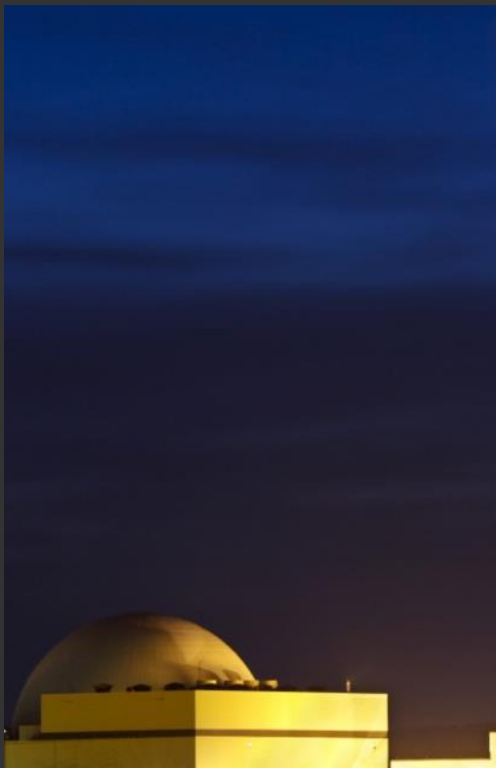


Po godzinie spada do około **1-2%** (45-90 MW).

Przy wyłączonym reaktorze potrzeba jest energii do zasilania układów chłodzenia oraz układów sterowania reaktorem. Stąd też potrzeba niezawodnych urządzeń i instalacji elektrycznych.



System prawny sektora jądrowego



Ramy prawne energetyki jądrowej a prawo atomowe

Ramy prawne energetyki jądrowej są częścią prawa atomowego

Prawo atomowe dotyczy szerokiego zakresu zagadnień związanych z wykorzystaniem technologii jądrowych oraz promieniowania jonizującego w takich obszarach jak:



A w ogóle to dlaczego jest Prawo atomowe?

- 1 ▶ Jesteśmy świadomi ryzyka
- 2 ▶ Chcemy czerpać korzyści wynikające z wykorzystania promieniowania jonizującego
- 3 ▶ Uważamy, że korzyści przewyższają ryzyko.
- 4 ▶ Dlatego tworzymy regulacje które pozwalają czerpać korzyści z zastosowania technologii jądrowych, przy jednoczesnym ograniczeniu i kontroli ryzyka.

Cel prawa atomowego jest stworzenie ram prawnych umożliwiających wykorzystanie technologii jądrowych oraz promieniowania jonizującego w sposób należycie chroniący ludzi, mienie i środowisko.

Obszary prawa atomowego

Bezpieczeństwo jądrowe (Safety)



Ochrona radiologiczna
(Radiation protection)



BJiOR
(Nuclear and
radioactive safety)

Źródła promieniowania i materiały
radioaktywne (Sources of radiation
and radioactive material)

Postępowanie w przypadku zdarzeń
radiacyjnych (Emergency preparedness
and response)

Bezpieczeństwo jądrowej
obiektów jądrowych
(Safety of nuclear facilities)



Źródła promieniowania i materiały
radioaktywne (Sources of radiation and
radioactive material)

Nieprolifracja, ochrona fizyczna oraz odpowiedzialność cywilna za szkody jądrowe (Non-proliferation, physical protection and nuclear liability)



Zapobieganie
prolifracji broni
jądrowej (Safeguards)



Kontrola importu
i eksportu (Export and
import controls)



Ochrona fizyczna
(Physical protection)



Odpowiedzialność
za szkody jądrowe
(Nuclear liability and
coverage)

Promocja energii jądrowej i wsparcie jej rozwoju (Promotion of nuclear energy and support systems)



Poziomy regulacji prawnych

Poziom konstytucyjny



Ustala podstawowe organy i relacje między nimi

Poziom ustawowy



Powołuje organy państwa i określa ich ogólne zadania, odpowiedzialności i uprawnienia

Poziom rozporządzeń



Szczegółowe i techniczne reguły opracowane przez dozór jądrowy

Rekomendacje



Rekomendacje w zakresie realizacji wymagań określonych w rozporządzeniach

Ogólne zasady

Bardzo szczegółowe informacje

Relacje pomiędzy prawem atomowym a pozostałymi aktami prawnymi

Prawo atomowe reguluje tylko kwestie specyficzne związane z promieniowaniem i tym co z tej kwestii wynika.

Pozostałe zagadnienia są regulowane standardowymi przepisami:

Planowanie przestrzenne 	Ochrona środowiska 	Regulacje sektora energetycznego 	Przepisy BHP 	Procedury administracyjne 	Transport 
Eksport i import 	Własność intelektualna 	Odpowiedzialność za szkody 	Zarządzanie kryzysowe 	Podatki ... 	

Co jest istotnego dla „elektryków” w prawie atomowym?

DEFINICJE



Bezpieczeństwo jądrowe

- ▶ Osiągnięcie odpowiednich warunków eksploatacji, zapobieganie awariom i łagodzenie ich skutków, czego wynikiem jest ochrona pracowników i ludności przed zagrożeniami wynikającymi z promieniowania jonizującego z obiektów jądrowych

Ochrona radiologiczna

- ▶ Zapobieganie narażeniu ludzi i skażeniu środowiska, a w przypadku braku możliwości zapobieżenia takim sytuacjom – ograniczenie ich skutków do poziomu tak niskiego, jak tylko jest to rozsądnie osiągalne, przy uwzględnieniu czynników ekonomicznych, społecznych i zdrowotnych

PONADTO



- ▶ Wymagania w stosunku do projektu obiektu jądrowego (art. 36c)
- ▶ Określenie, że projektowanie i budowa muszą odbywać się z zachowaniem zasad BJOR (art. 36d i e)
- ▶ Wymóg klasyfikacji bezpieczeństwa dla każdego systemu oraz elementu konstrukcji i wyposażenia obiektu jądrowego, mającego istotne znaczenie ze względu na bezpieczeństwo jądrowe i ochronę radiologiczną (art. 36j)
- ▶ Wymagania w zakresie zintegrowanego systemu zarządzania (operator) oraz systemu zarządzania jakością (wykonawcy i dostawcy). (art. 36k)
- ▶ Uprawnienia kontroli wobec wykonawców i dostawców (art. 37)
- ▶ Przepisy określające zasady pracy związanej z narażeniem na promieniowanie – jeżeli Państwa pracownicy mieliby w takich warunkach pracować. Jednak to i tak jest bardziej odpowiedzialność operatora

W praktyce są to dość ogólne stwierdzenia, jednak jasno oddające cel jaki należy osiągnąć – zapewnienie, że obiekt nie będzie stanowił zagrożenia dla bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej.

Rozporządzenia

Kluczowe jest
**ROZPORZĄDZENIE
RADY MINISTRÓW**
z dnia 31 sierpnia 2012 r.
w sprawie wymagań
bezpieczeństwa
jądrowego i ochrony
radiologicznej, jakie ma
uwzględniać projekt
obiektu jądrowego

Jest to kluczowy dokument
zawierający ogólne oraz
szczegółowe wymagania
w zakresie wymagań
BJiOR jakie należy
uwzględnić w projekcie
obiektu jądrowego.

Zawiera on również
wymagania dla części
elektrycznej oraz dla
układów AKPIA.

Należy jednak pamiętać,
że w ramach innych części
OJ, układy zasilania oraz
AKPIA mogą mieć
znaczenie dla BJOR tych
części.



Prawo międzynarodowe w zakresie energetyki jądrowej



Prawa jądrowego na świecie

Kwestie regulacji sektora jądrowego pozostają w gestii państwa, jednak z uwagi na potencjalne oddziaływania oraz kwestie ochrony przed propagacją broni jądrowej, na świecie przyjęte zostało szereg konwencji i innych dokumentów. Niestety nie od razu.

Niestety świat też często wprowadzał prawo „reaktywnie”:

Kysztym (ZSRR)

wrzesień 1957,
nieдалeko Czelabińska

- ▶ Eksplozja zbiornika z odpadami radioaktywnymi na skutek niekontrolowanego przegrzania doprowadziła do emisji chmury zanieczyszczeń radioaktywnych
- ▶ Wypadek ujawniony w 1988

Windscale (UK)

październik 1958

- ▶ Pożar w stosie przeznaczonym do produkcji plutonu na potrzeby wojskowe
- ▶ Emisja chmury zanieczyszczeń radioaktywnych

Three Mile Island (USA)

Marzec 1979

Czarnobyl (URSS)

Kwiecień 1986

Fukushima (Japonia)

Marzec 2011



Wybrane akty międzynarodowe

Odpowiedzialność cywilna



- ▶ Vienna Convention on Civil Liability for Nuclear Damage (1963)
- ▶ Paris Convention on Third Party Liability in the Field of Nuclear Energy (1960) as amended by the additional Protocol in 1964 and in 1982.
- ▶ Joint Protocol Relating to the Application of the Vienna Convention and the Paris Convention (1988)

Wypadki jądrowe



- ▶ Convention on Early Notification of Nuclear Accidents and on Assistance in the Case of a Nuclear Accident or Radiological Emergency (1986)

Bezpieczeństwo jądrowe



- ▶ Joint Convention on Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management (1997)
- ▶ Convention on Nuclear Safety (1994)

Wybrane akty międzynarodowe

Ochrona fizyczna



- The Convention on the Physical Protection of Nuclear Material (1980)

Nieprolifерacja



- Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons (1968)

Broń jądrowa



- Treaty on the Prohibition of the Emplacement of Nuclear Weapons and Other Weapons of Mass Destruction on the Sea-Bed and the Ocean Floor and in the Subsoil Thereof (1972)
- Limited Test Ban Treaty (Partial Test Ban Treaty) (1963)
- Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty (1996)

Wiele innych

Akty międzynarodowe stanowią obowiązujące prawo lub są implementowane poprzez stosowne zapisy w ustawach (np. Prawo atomowe).



Regulacje Unii Europejskiej

Traktat ustanawiający Europejską Wspólnotę Energii Atomowej z 25 marca 1957 roku (Traktat EURATOM)

Dyrektywa Rady 2009/71/Euratom z dnia 25 czerwca 2009 r. ustanawiająca wspólnotowe ramy bezpieczeństwa jądowego obiektów jądowych

Dyrektywa Rady 2006/117/Euratom z dnia 20 listopada 2006 r. w sprawie nadzoru i kontroli nad przemieszczaniem odpadów promieniotwórczych oraz wypalonego paliwa jądowego.

Dyrektywa Rady 2003/122/Euratom z dnia 22 grudnia 2003 r. w sprawie kontroli wysoce radioaktywnych źródeł zamkniętych i odpadów radioaktywnych.



Regulacje Unii Europejskiej dopiero od niedawna zaczynają zwracać uwagę na kwestie bezpieczeństwa jądowego. Nie zmienia ogólnej zasady, że państwa członkowskie mają nadal znaczną swobodę w tym zakresie. Ponadto regulacje Unii Europejskiej powielają z reguły zapisy konwencji, standardów MAEA itp.

Prawo i nie tylko ...



Prawo to nie wszystko!

Kultura bezpieczeństwa

1

Prawo i regulacje pozwalają osiągnąć bardzo wysoki poziom bezpieczeństwa niespotykany w innych dziedzinach przemysłu.

2

Jednak obok regulacji konieczna jest budowa określonej kultury bezpieczeństwa w ramach organizacji, która prowadzi działalność związaną z narażeniem.



3

Wdrożenie systemu zarządzania jakością który jest podstawą kultury bezpieczeństwa jest obowiązkiem prawnym podmiotów prowadzących działalność związaną z narażeniem.

4

Budowanie i umacnianie kultury bezpieczeństwa w organizacji jest odpowiedzialnością każdego z jej członków – od podstawowego pracownika po najważniejszych szefów. Bezpieczeństwo musi być najważniejsze.

Instytucje międzynarodowe – źródło standardów

The International Commission on Radiological Protection (ICRP)

Profesjonalna pozarządowa organizacja opracowująca rekomendacje w zakresie BJ.

The UN Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR)

- ▶ Ustanowiony w 1955, mieści się w Wiedniu, www.unscear.org
- ▶ Na podstawie ich raportów (tylko 16 istotnych pozycji) podpisany został traktat o częściowym zakazie prowadzenia prób jądowych.

Instytucje międzynarodowe

The International Atomic Energy Agency (IAEA)

Utworzona w 1957 roku jako agencja ONZ odpowiedzialna za promocję pokojowego wykorzystania energii jądrowej.

Zadania

Wsparcie badań naukowych, ułatwienie wymiany doświadczeń i informacji, szkolenia, wprowadzenie i administrowanie systemem ochrony przed proliferacją broni jądrowej.

Główne obszary działania:

Nieprolifracja



Bezpieczeństwo jądrowe



Badania naukowe i rozwój technologii



Działalność:

Publikuje standardy:
Safety Fundamentals, Safety Requirements and Safety Guides.



Prowadzi inspekcje, przygotowuje raporty.



Instytucje międzynarodowe



Nuclear Energy Agency (NEA)

Utworzona w 1956 roku
w ramach OECD,
www.nea.fr

Analogiczne zadania
do IAEA



Global Nuclear Energy Partnership (GNEP)



WENRA

Western European
Nuclear Regulators
Association



WANO

World Association
of Nuclear Operators



EUR

European Utility
Requirements

Instytucje międzynarodowe są głównym źródłem norm, standardów oraz innych dokumentów o podobnym charakterze. Często są implementowane do prawa krajowego lub są wymagane przez operatorów lub dostawców technologii jądrowych.

IAEA Standards

Główne źródło standardów



Publikacje MAEA (IAEA)

1

MAEA publikuje wiele serii dokumentów o charakterze standardów dedykowanych sektorowi jądrowemu

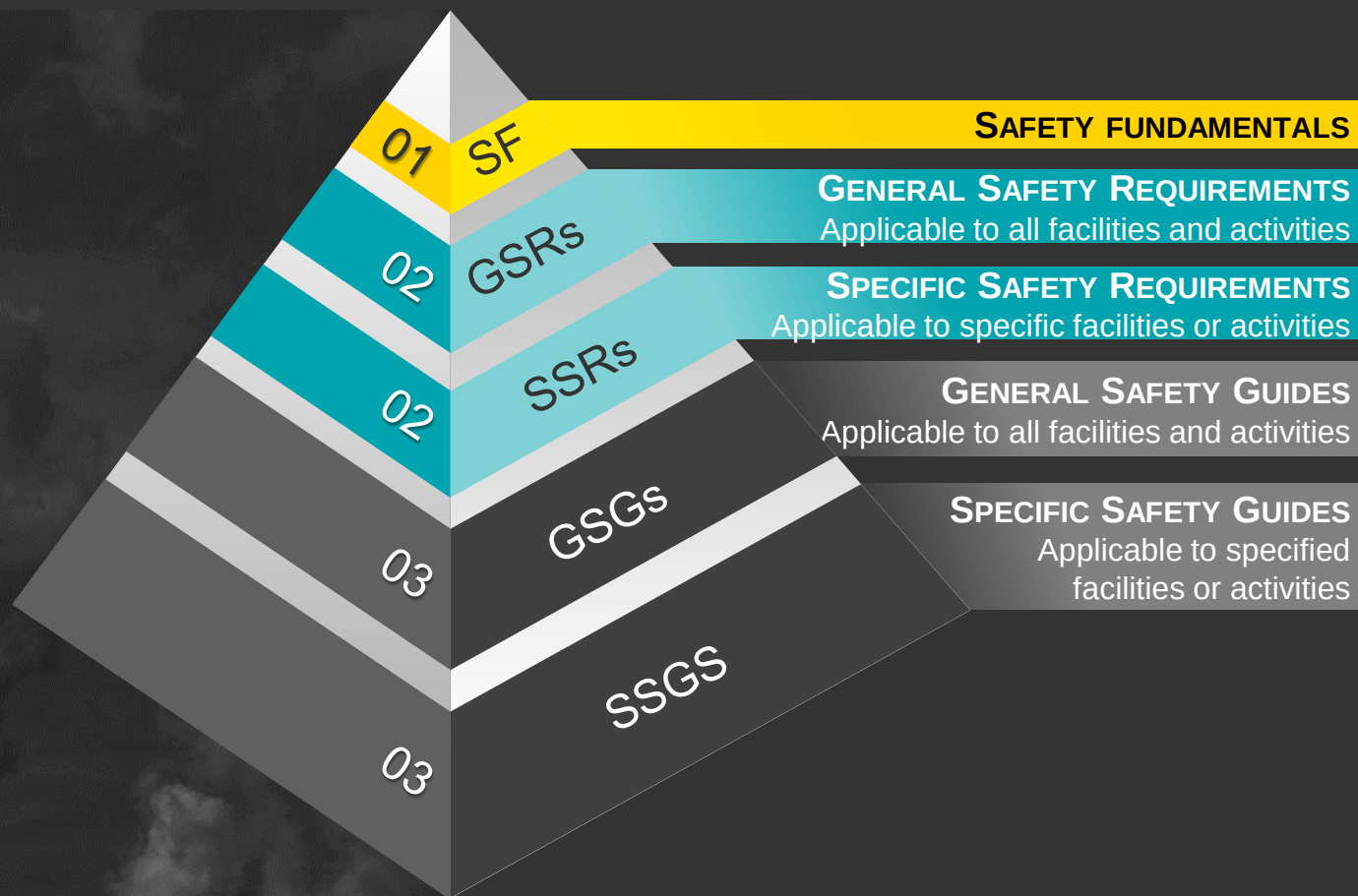
2

Z punktu widzenia BJIOR najistotniejsze są standardy bezpieczeństwa „IAEA Safety Standards” stanowiące międzynarodowy konsensus w zakresie sposobu zapewnienia ochrony ludzi i środowiska przed negatywnymi skutkami promieniowania jonizującego



Hierarchy

IAEA Safety Standards składają się z 3 grup dokumentów



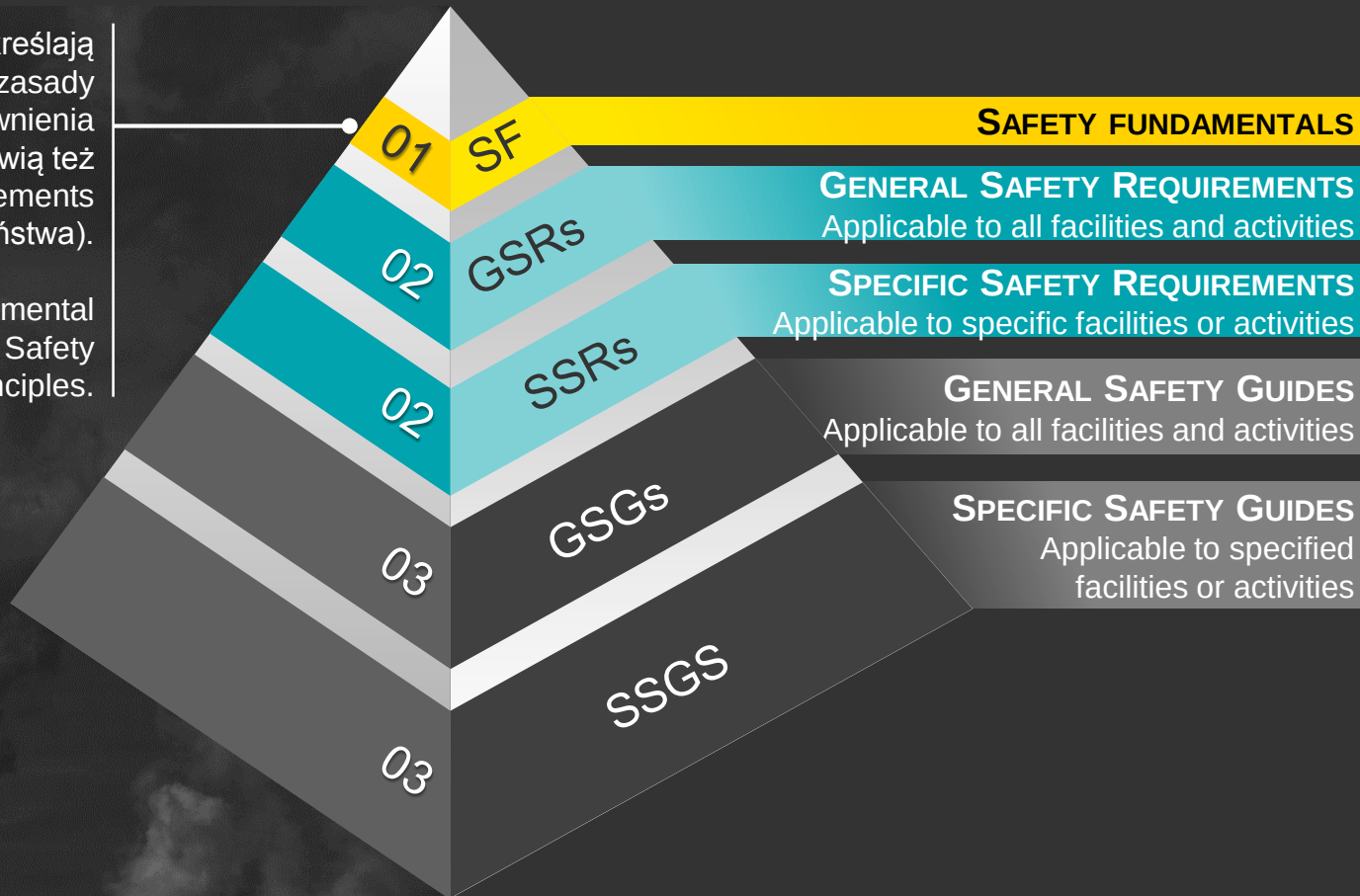
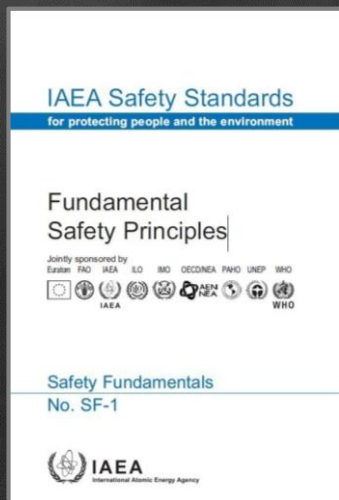
Safety fundamentals

Podstawowe zasady bezpieczeństwa

IAEA Safety Standards składają się z 3 grup dokumentów

Safety fundamentals określają cele oraz podstawowe zasady ochrony i zapewnienia bezpieczeństwa. Stanowią też podstawę dla Safety Requirements (Wymagań Bezpieczeństwa).

Jest jeden Safety Fundamental (SF-1) Fundamental Safety Principles.



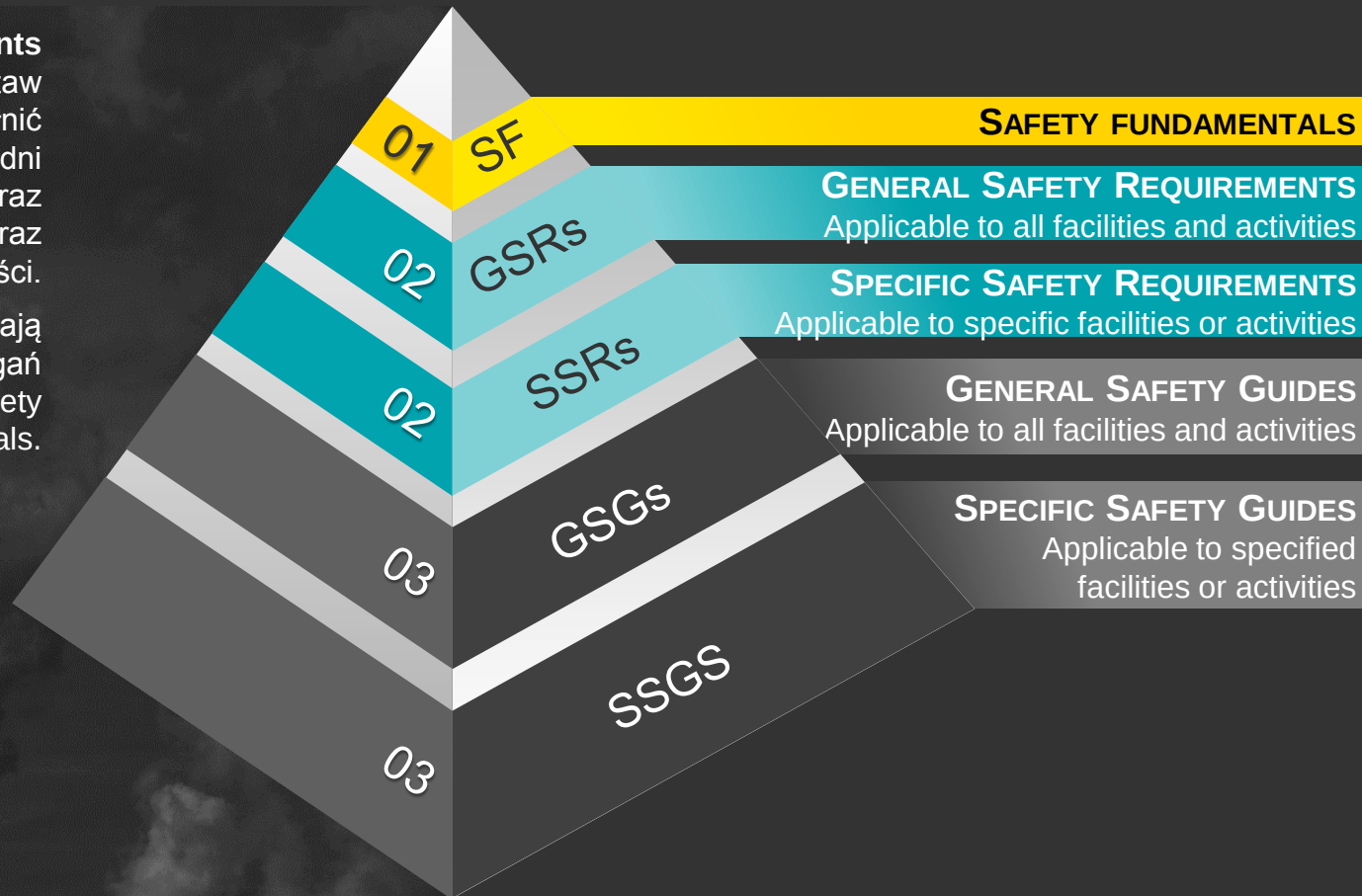
Safety requirements

Wymagania bezpieczeństwa

IAEA Safety Standards składają się z 3 grup dokumentów

Safety Requirements stanowią kompletny zestaw wymogów które należy spełnić aby zapewnić odpowiedni poziom ochrony ludności oraz środowiska dziś oraz w przyszłości.

Safety Requirements wynikają z celu oraz wymagań określonych w Safety Fundamentals.



General and specific safety requirements

Ogólne i szczególne wymagania bezpieczeństwa

Safety Requirements podzielone są na dwie grupy, w każdej jest po 7 podgrup.

General Safety Requirements

Part 1

Governmental, Legal and Regulatory Framework for Safety

Part 2

Leadership and Management for Safety

Part 3

Radiation Protection and the Safety of Radiation Sources

Part 4

Safety Assessment for Facilities and Activities

Part 5

Predisposal Management of Radioactive Waste

Part 6

Decommissioning and Termination of Activities

Part 7

Emergency Preparedness and Response

Specific Safety Requirements

1 Site Evaluation for Nuclear Installations

2 Safety of Nuclear Power Plants

2.1. Design and Construction

2.2. Commissioning and Operation

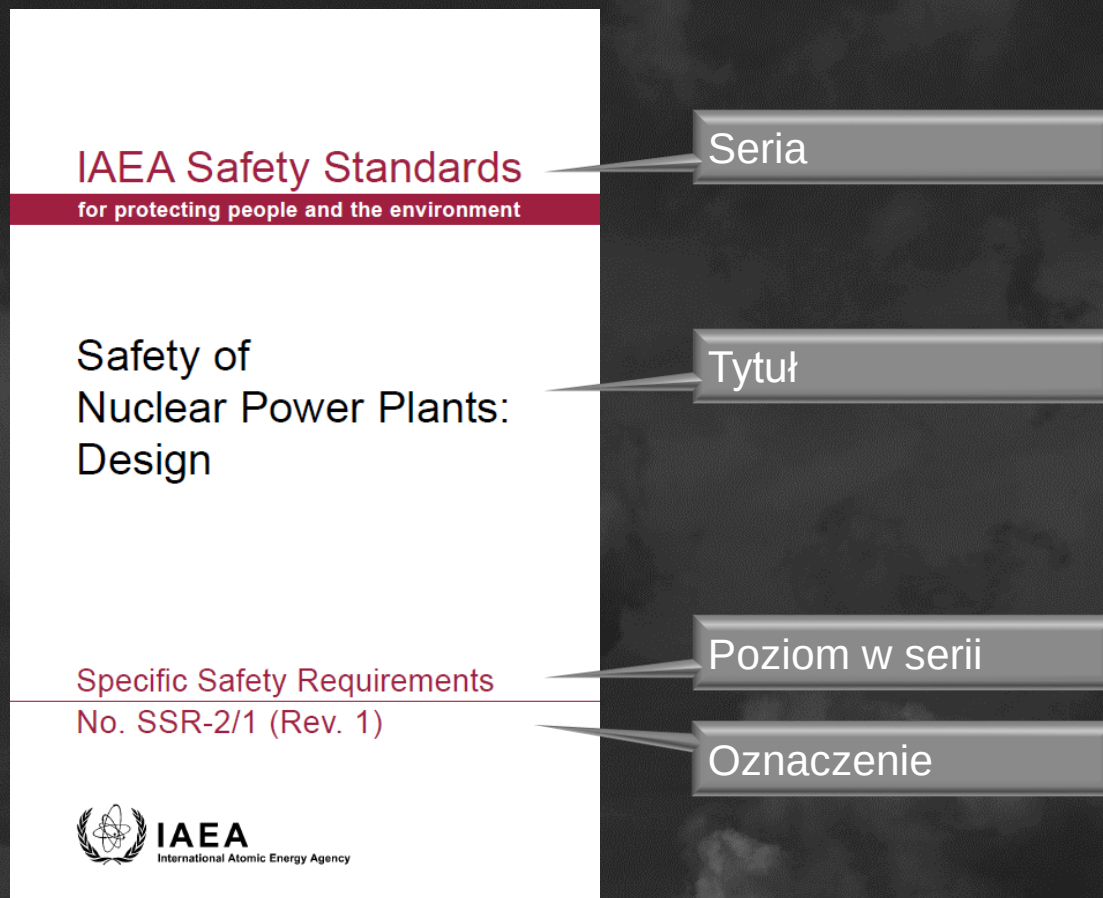
3 Safety of Research Reactors

4 Safety of Nuclear Fuel Cycle Facilities

5 Safety of Radioactive Waste Disposal Facilities

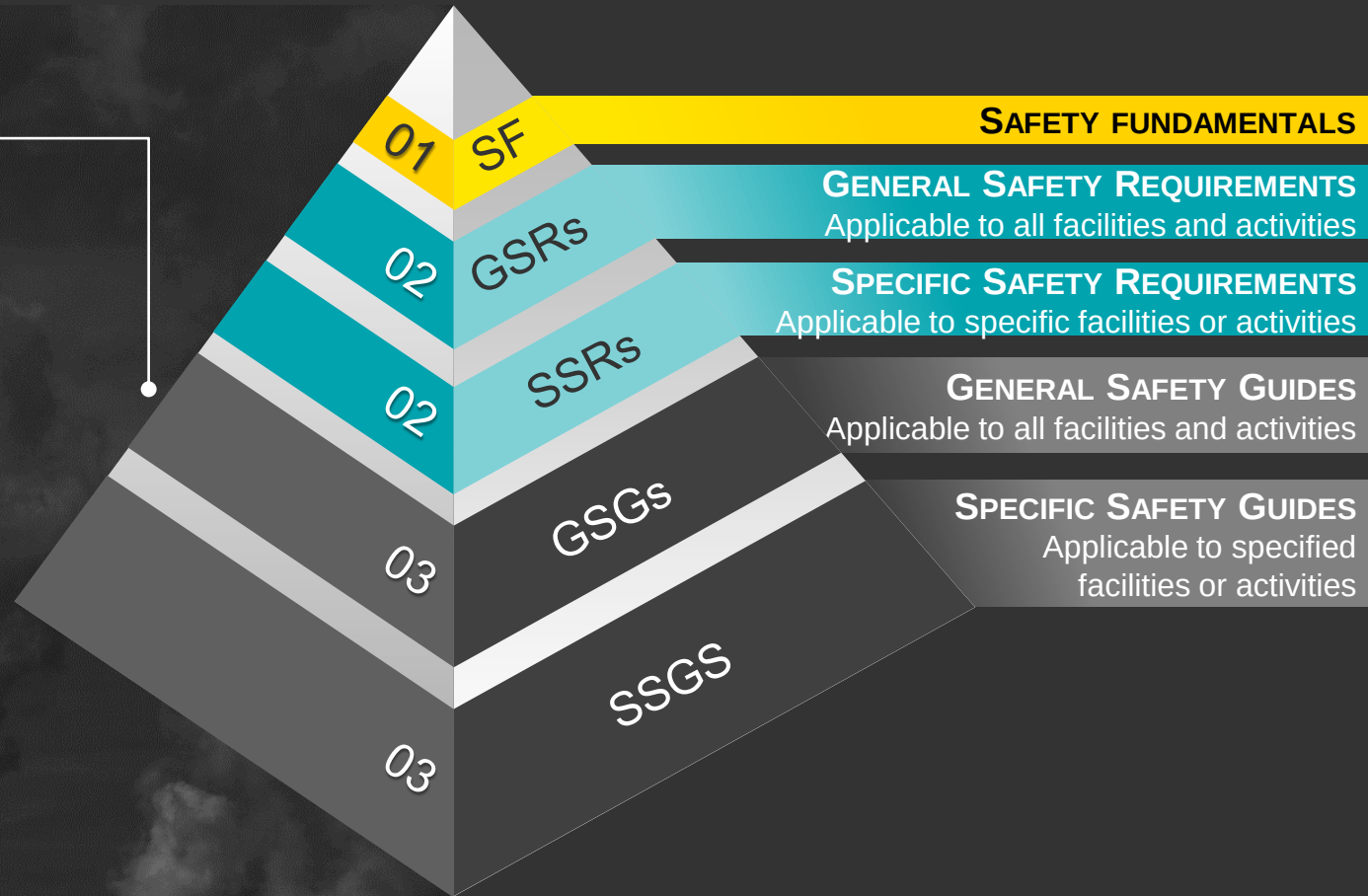
6 Safe Transport of Radioactive Material

Przykładowe Wymagania Bezpieczeństwa (Safety Requirements)

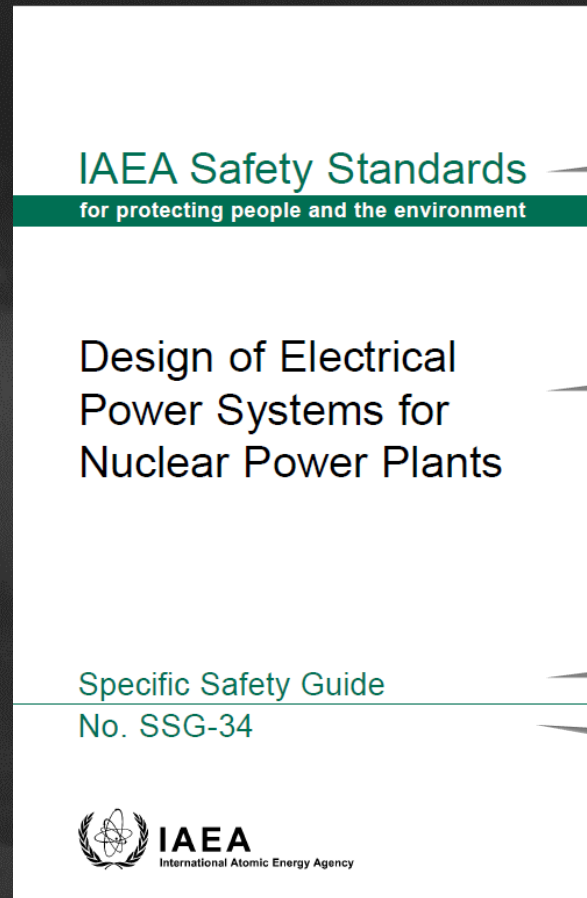


Safety Guides (Przewodnik Bezpieczeństwa)

Safety Guides zawierają rekomendacje oraz zalecenie co do sposobu sprostania wymaganiom bezpieczeństwa (Safety Requirements).
Stanowią swego rodzaju najlepsze praktyki.



Przykładowe Safety Guides (Przewodnik Bezpieczeństwa)



Seria

Tytuł

Poziom w serii

Oznaczenie

Podsumowując standardy IAEA

Są one w pierwszej kolejności skierowane do rządów i organów administracji państw które zamierzają lub już wykorzystują promieniowanie jonizujące.



W sposób przemyślany i usystematyzowany przedstawiają konkretne rozwiązania mające na celu zapewnienie oczekiwanego przez społeczność międzynarodową poziomu bezpieczeństwa jądowego i ochrony radiologicznej.



Są one również wyznacznikiem do współpracy międzynarodowej. Kraje ich nie przestrzegające często są izolowane w tym zakresie.



Podsumowując standardy IAEA

Dla elektryków



Safety Fundamentals oraz Safety Requirements stanowią głównie podstawę do ogólnego zrozumienia kwestii bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej. Ich poznanie pozwala na lepsze rozumienie całości zagadnienia.



Safety Guides stanowią bardziej szczegółowe źródło informacji nt. konkretnych rozwiązań technicznych i organizacyjnych które spełniają wymagania Safety Fundamentals i Safety Requirements. Tam znajdują się najbardziej szczegółowe informacje.

Wybrane standardy MAEA dotyczące części elektrycznej elektrowni jądrowej

Safety of Nuclear Power Plants Design – SSR-2/1

1



Szczegółowe Wymogi Bezpieczeństwa dla projektowania elektrowni jądrowych nie dotyczą wprost instalacji elektrycznych i AKPIA

2



Jednak spełnienie określonych wymogów projektowych głównie w zakresie ciągłości zasilania kluczowych systemów bezpieczeństwa oraz instalacji AKPIA niezbędnych do sterowania i monitorowania pracy reaktora wymaga odpowiedniego zaprojektowania instalacji elektrycznych oraz AKPIA

3



Wymagania określone są zasadniczo na poziomie celów, które należy osiągnąć aby spełnić wymagania zapewnienie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej. Ich praktyczna realizacja opisana jest w Safety Guides

Projektowanie części elektrycznej elektrowni jądrowej

Design of Electrical Power Systems for Nuclear Power Plants

SSG-34



- ▶ Jest to Specific Safety Guide (Szczegółowy Poradnik Bezpieczeństwa) dedykowany systemom elektrycznym elektrowni jądrowych
- ▶ Dokument obejmuje kwestie zasilania elektrowni jądrowej w warunkach normalnej pracy oraz w warunkach awaryjnych
- ▶ Należy uznać ten dokument kluczowy dla producentów, projektantów i wykonawców systemów elektrycznych w elektrowniach jądrowych

Treść dokumentu



- ▶ Electrical power systems at nuclear power plants
- ▶ Classification of electrical power systems
- ▶ Design bases for electrical power systems
- ▶ General design guidelines for electrical power systems
- ▶ Design guidelines for preferred power supplies
- ▶ Design guidelines for electrical safety power systems
- ▶ Alternate AC power supplies
- ▶ Confirmation and documentation of the design

Projektowanie systemów AKPIA

Design of Instrumentation and Control Systems for Nuclear Power Plants

SSG-39



- ▶ Jest to Specific Safety Guide (Szczegółowy Poradnik Bezpieczeństwa) dedykowany systemom pomiarowym oraz systemom sterowania (AKPIA) w elektrowni jądrowej
- ▶ Dokument obejmuje kwestie systemów AKPIA elektrowni jądrowej w warunkach normalnej pracy oraz w warunkach awaryjnych
- ▶ Należy uznać ten dokument kluczowy dla producentów, projektantów i wykonawców systemów pomiarowych oraz systemów sterowania w elektrowniach jądrowych

Treść dokumentu



- ▶ The management system for instrumentation and control design
- ▶ Design basis for instrumentation and control systems
- ▶ Instrumentation and control architecture
- ▶ Safety classification of instrumentation and control functions, systems and equipment
- ▶ General recommendations for all instrumentation and control systems important to safety
- ▶ Design guidelines for specific instrumentation and control systems, and equipment
- ▶ Considerations relating to the human-machine interface
- ▶ Software

Inne standardy międzynarodowe



EUR można bardziej określić mianem projektu niż organizacji. Utworzona została na początku lat 90'tych XX wieku, a jej celem było opracowanie wspólnej specyfikacji technicznej dla elektrowni jądrowych wyposażonych w reaktory lekkowodne, która pozwoliłaby na ograniczenie liczby modyfikacji projektowych.

Obecnie można wyobrazić sobie wykorzystanie EUR jako elementu SIWZ (wykorzystane dla Olkiluoto 3) lub narzędzia do harmonizacji regulacji

Dokumentacja EUR składa się z 4 wolumenów (volume):

Ogólne wymagania

Volume 1:

Streszczenie

Volume 2:

Ogólne wymagania projektowe dla wyspy jądrowej

Volume 4:

Ogólne wymagania projektowe dla wyspy konwencjonalnej

Szczególne wymagania

Volume 3:

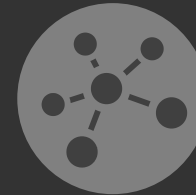
Dla każdej z wybranych technologii zawiera opis oraz podsumowanie porównania zgodności z wymaganiami ogólnymi (EUR volume 1 i volume 2). Obecnie Volume 3 dostępny jest między innymi dla technologii ABWR, AES 92, AP1000 oraz EPR.

I jeszcze...

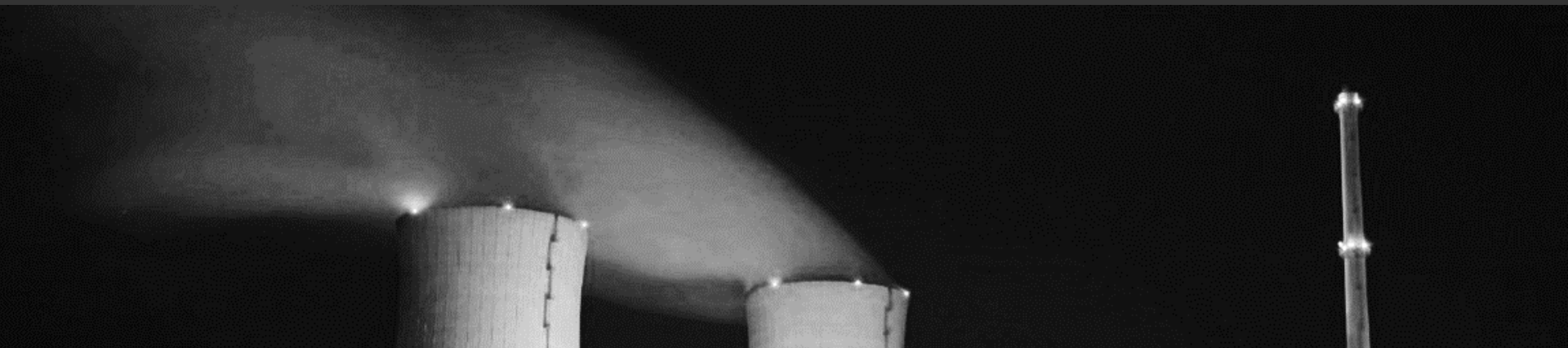
Normy krajów dostawców technologii jądrowych



Normy techniczne są z reguły tworzone w zakresie w jakim są wymagane w danym kraju. Dlatego najbardziej uznane w zakresie energetyki jądrowej są normy krajów – dostawców technologii jądrowych (amerykańskie, francuskie, itd.)



Wymagania dostawców technologii dla podwykonawców i dostawców



Część elektryczna elektrowni jądrowej - uzupełnienie



Część elektryczna elektrowni jądrowej

Bardzo duże podobieństwo do elektrowni konwencjonalnej

Różnice głównie w układzie potrzeb własnych elektrowni co wynika z konieczności zapewnienia wysokiej pewności zasilania:

Dla odprowadzenia ciepła powyłłączeniowego



Zapewnienie sterowania i kontroli nad reaktorem



Potrzeby własne elektrowni jądrowej wynoszą 4,5-6%

Pompy zasilające



1,5-2%

Główne pompy cyrkulacyjne



1,25-1,35%

Pompy wody chłodzącej skraplacze



0,74%

Pompy skroplin



0,2%

Sieci elektryczne w elektrowni jądrowej

Sieć średniego napięcia przemiennego

(6 lub 10 kV)



Z której zasilane są silniki i inne odbiorniki dużej mocy (powyżej 200 kW).

Sieć niskiego napięcia przemiennego

(400 V, 690 V)



Zapewniającą zasilanie silników mniejszej mocy (poniżej 200 kW), innych odbiorników niskiego napięcia, instalacji ogrzewania, wentylacji, klimatyzacji, oświetlenia, zasilaczy urządzeń elektronicznych itp.

Sieć napięcia stałego 220 V

z bateriami akumulatorów



Ładowanymi z sieci prądu przemiennego poprzez prostowniki mogąca zasilać również odbiorniki prądu przemiennego poprzez falowniki.

Klasyfikacja zasilania odbiorów potrzeb własnych w zależności od pewności zasilania

Kategoria I



Przerwa w zasilaniu w energię elektryczną nie jest dopuszczalna ani w ruchu normalnym ani podczas awarii (możliwe są przerwy w zasilaniu krótsze niż 1 sekunda – tylko dla pojedynczych odbiorów). Do kategorii I zalicza się układy sterowania, nadzoru i zabezpieczeń reaktora, przyrządy kontrolne i pomiarowe oraz obwody automatyki, awaryjne oświetlenie i układy łączności.

Kategoria II



Dopuszczalne są krótkotrwałe przerwy w zasilaniu w energię elektryczną – od 15 s do 3 min. Do kategorii tej zalicza się urządzenia do utrzymywania ruchu chłodziwa w obiegu pierwotnym oraz do odprowadzenia ciepła powyłaczeniowego z urządzeń reaktora, układy chłodzenia głównych pomp cyrkulacyjnych, układy pomocnicze do odstawienia turbozespołu, ważne układy wentylacyjne i urządzenia dozymetryczne.

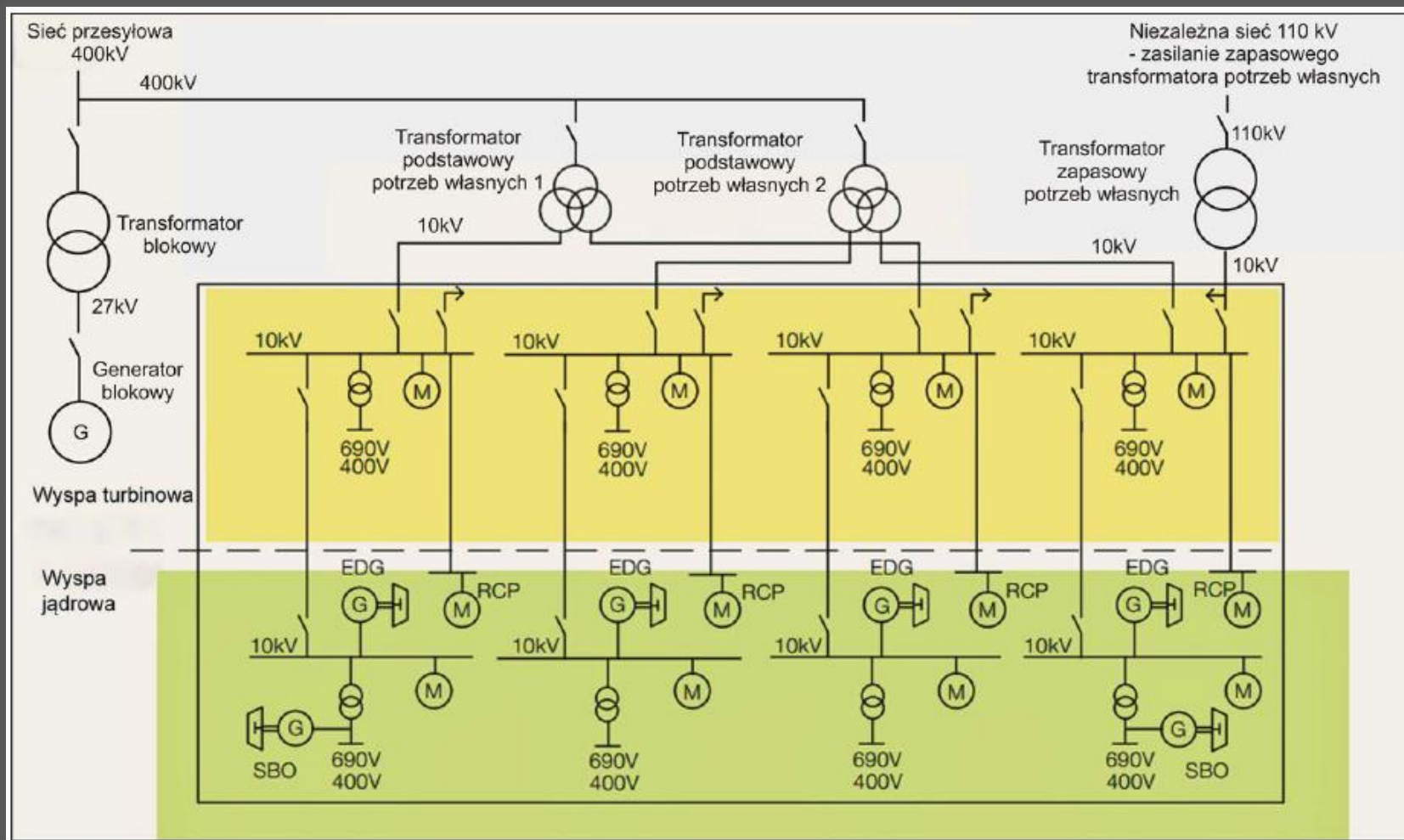
Kategoria III



Zanik zasilania tych odbiorów prowadzi jedynie do zmniejszenia dyspozycyjności, bez istotnego wpływu na bezpieczeństwo.

Kategoryzacja jest wymagana przez stosowne przepisy jednak podział na kategorie nie jest ściśle zdefiniowany w prawie.

Schemat elektryczny zasilania potrzeb własnych



Źródło: Schemat elektryczny zasilania potrzeb własnych w EJ Olkiluoto 3 z reaktorem Areva EPR na podstawie publikacji ME oraz SEP „Wytyczne Część Elektryczna Elektrowni Jądrowej”

Zasilanie elektrowni jądrowej

Zasilanie potrzeb własnych elektrowni jądrowej odbywa się



- ▶ Przez transformator blokowy oraz przynajmniej dwa transformatory potrzeb własnych
- ▶ Transformator zapasowy potrzeb własnych zasilany niezależnie od wyprowadzenia mocy z sieci 110kV

Zasilanie wyspy jądrowej realizowane jest przez:



- ▶ 4 niezależne rozdzielnie 10kV zasilane z analogicznych rozdzielni na terenie wyspy turbinowej. Każda z nich może być zasilana z transformatora blokowego lub transformatora zapasowego potrzeb własnych
- ▶ Każda z rozdzielni może być zasilana dodatkowo z 4 głównych agregatów prądotwórczych
- ▶ Możliwe jest również zasilanie dwóch mniejszych agregatów znajdujących się na terenie elektrowni

Najważniejsze elementy wyposażenia elektrycznej wyspy jądrowej to:



- ▶ Napędy elektryczne prętów regulacyjnych
- ▶ Napędy elektryczne głównych pomp cyrkulacyjnych RCP
- ▶ Napędy elektryczne pomp rezerwowych, zaworów, wentylatorów itp. układy sterowania, pomiarów, ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji, instalacja oświetleniowa, przeciwpożarowa, telewizji przemysłowej, kontroli dostępu itp.

Pozostałe elementy

Wyspa turbinowa

Brak kluczowych różnic w stosunku do elektrowni konwencjonalnej. Większe różnice mogą wystąpić w elektrowniach jądrowych z reaktorami typu BWR.

Wyprowadzenie mocy

Brak kluczowych różnic poza wielkością wynikającą z większej mocy bloków jądrowych.

Pozostała infrastruktura elektrowni (tzw. Balance of Plant)

Brak kluczowych różnic.



Elementy części elektrycznej elektrowni jądrowej

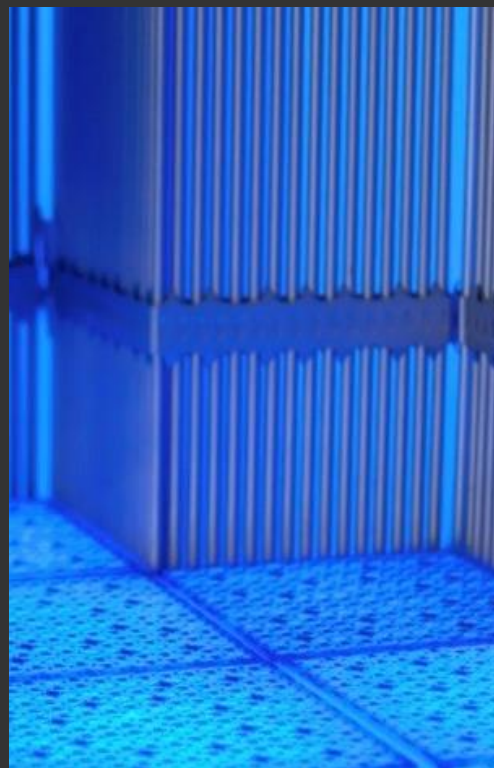


Projekt i wykonanie części elektrycznej elektrowni jądrowej musi spełniać określone wymogi wynikające z prawa oraz norm i standardów jądrowych

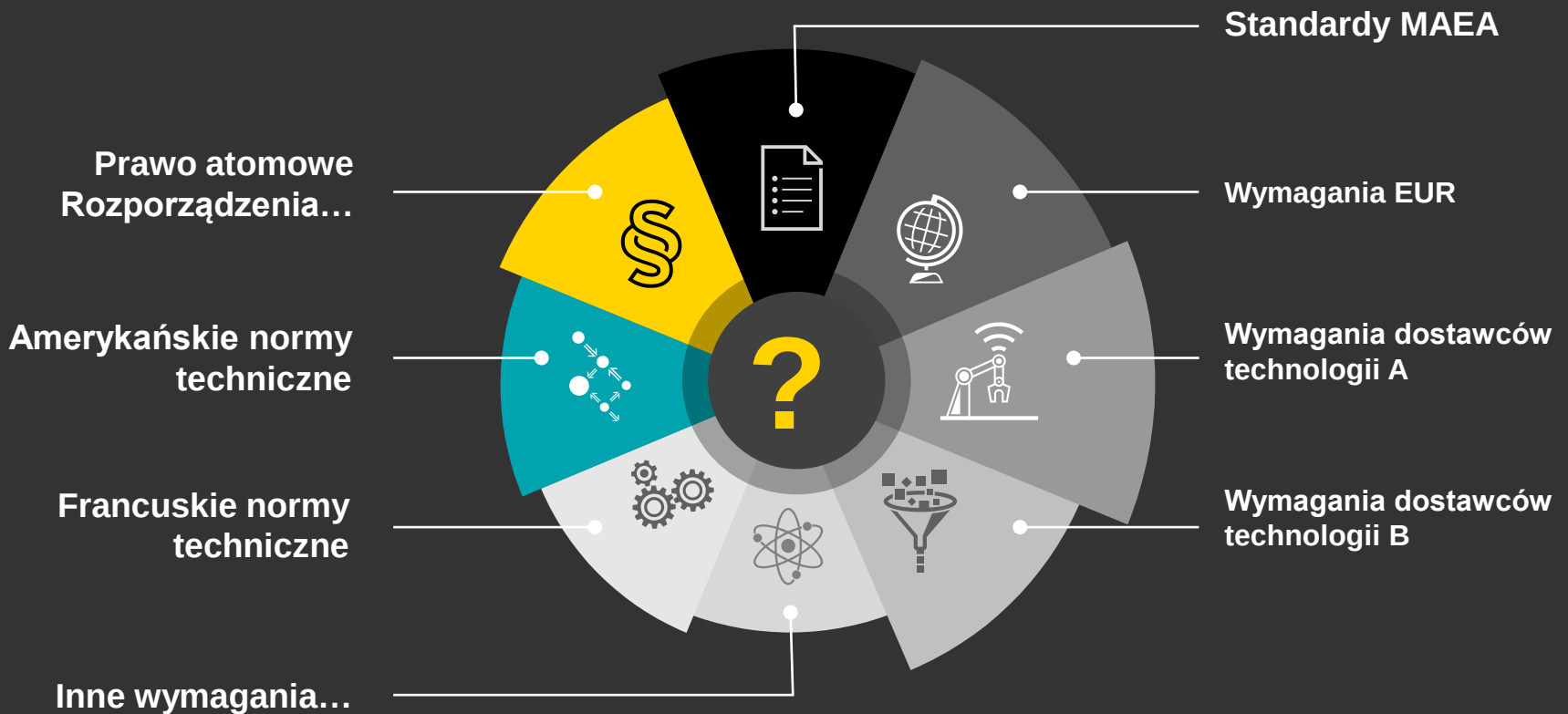


Również urządzenia (transformatory, agregaty,...) oraz kable muszą spełniać takie same wymogi, tj. zapewnić taką samą niezawodność działania całego systemu jak jest wymagana przez przepisy, normy i standardy

Podsumowując ...



Zatem od czego zacząć?



Można zacząć od ...



Rozmawiać
z dostawcami
technologii lub
innymi potencjalnymi
odbiorcami naszych
usług lub produktów



Zapoznanie się ze
szczegółowymi
wymaganiami dla
konkretnych
elementów lub usług



Wdrożenia systemu
zarządzania jakością
(praktycznego!)



Zapoznanie się
z ogólnymi zasadami
BJiOR



EY | Assurance | Tax | Transactions | Advisory

O firmie EY

EY jest światowym liderem rynku usług profesjonalnych obejmujących usługi audytorskie, doradztwo podatkowe, doradztwo biznesowe i doradztwo transakcyjne. Nasza wiedza oraz świadczone przez nas najwyższej jakości usługi przyczyniają się do budowy zaufania na rynkach kapitałowych i w gospodarkach całego świata. W szeregach EY rozwijają się utalentowani liderzy zarządzający zgranymi zespołami, których celem jest spełnianie obietnic składanych przez markę EY. W ten sposób przyczyniamy się do budowy sprawniej funkcjonującego świata. Robimy to dla naszych klientów, społeczności, w których żyjemy i dla nas samych.

Nazwa EY odnosi się do firm członkowskich Ernst & Young Global Limited, z których każda stanowi osobny podmiot prawny. Ernst & Young Global Limited, brytyjska spółka z odpowiedzialnością ograniczoną do wysokości gwarancji (company limited by guarantee) nie świadczy usług na rzecz klientów.

Aby uzyskać więcej informacji, wejdź na www.ey.com/pl

EY, Rondo ONZ 1, 00-124 Warszawa

© 2017 EYGM Limited.

Wszelkie prawa zastrzeżone.

Niniejsza publikacja została sporządzona z należytą starannością, jednak z konieczności pewne informacje zostały podane w skróconej formie. W związku z tym publikacja ma charakter wyłącznie orientacyjny, a zawarte w niej dane nie powinny zastąpić szczegółowej analizy problemu lub profesjonalnego osądu. EY nie ponosi odpowiedzialności za jakiegokolwiek straty powstałe w wyniku czynności podjętych lub zaniechanych na podstawie niniejszej publikacji. Zalecamy, by wszelkie przedmiotowe kwestie były konsultowane z właściwym doradcą.