

MGR INŻ. (MSc Eng.)
ADAM KOWALEWSKI

Starszy Specjalista Urządzeń Transportu Bliskiego
Dział Oceny Zgodności
Oddział we Wrocławiu
Urząd Dozoru Technicznego

Senior Specialist for Material Handling Devices
Wroclaw Branch Office
Office of Technical Inspection (UDT)



MGR INŻ. (MSc Eng.)
SEBASTIAN KOSOWSKI

Ekspert Urządzeń Transportu Bliskiego
Biuro w Olsztynie
Oddział w Gdańsku
Urząd Dozoru Technicznego

Expert Material Handling Devices
Gdańsk (Olsztyn) Branch Office
Office of Technical Inspection (UDT)

URZĄDZENIA TRANSPORTU BLISKIEGO* w elektrowniach jądrowych typu PWR i BWR istotne dla bezpieczeństwa jądrowego

MATERIAL HANDLING DEVICES* in PWR and BWR Nuclear Power Plants Relevant to Nuclear Safety

* Urządzenia Transportu Bliskiego (UTB)
Overhead Lifting Equipment (OLE) - concerns maily overhead nuclear cranes
Material Handling Devices (MHD) - concerns all the lifting, handling, moving, hauling equipments e.g. mobile platforms, cranes, lifts

Przepisy prawa krajowego

1. Ustawa art. 4 i 5.4

Ustawa z dnia 21 grudnia 2000 r. o dozorze technicznym [1] określa zasady, zakres i formy wykonywania dozoru technicznego oraz jednostki właściwe do jego wykonywania. Artykuł 4 tej ustawy definiuje urządzenia techniczne. To urządzenia, które mogą stwarzać zagrożenie dla życia lub zdrowia ludzkiego oraz mienia i środowiska wskutek między innymi wyzwolenia energii potencjalnej lub kinetycznej przy przemieszczaniu ludzi lub ładunków w ograniczonym zasięgu (dalej zwane UTB – urządzenia transportu bliskiego).

Zgodnie z artykułem 5.4. ustawy [1] Rada Ministrów określiła, w drodze rozporządzenia, rodzaje urządzeń technicznych lub urządzeń mogących stwarzać inne niż określone w art. 4 pkt 1 zagrożenia dla życia lub zdrowia ludzkiego oraz mienia i środowiska, podlegające dozorowi technicznemu w elektrowni jądrowej, biorąc pod uwagę realizowane przez te urządzenia funkcje bezpieczeństwa w elektrowni jądrowej.

2. Rozporządzenie podległościowe

Na podstawie delegacji ustawy [1] w dniu 22 stycznia 2014 r. opublikowano Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 17 grudnia 2013 r. w sprawie rodzajów urządzeń technicznych podlegających dozorowi technicznemu w elektrowni jądrowej [2].

Zgodnie z art. 1 tego rozporządzenia określono rodzaje urządzeń technicznych lub urządzeń mogących stwarzać, inne niż określone w art. 4 pkt 1 ustawy [1], zagrożenia dla życia lub zdrowia ludzkiego oraz mienia i środowiska, podlegające dozorowi technicznemu w elektrowni jądrowej.

W ramach 14 typów urządzeń technicznych, wymienione w rozporządzeniu [2] zostały:

- (punkt 13) urządzenia transportu bliskiego, stanowiące wyposażenie transportowo-technologiczne do przemieszczania elementów konstrukcji reaktora lub przemieszczania i składowania paliwa jądrowego, wraz z osprzętem do podnoszenia i wyposażeniem wymiennym, mające istotne znaczenie dla zapewnienia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej, w szczególności maszyny przeładowcze lub załadowcze;
- (punkt 14) urządzenia transportu bliskiego, inne niż wymienione w pkt 13, służące do przemieszczania osób lub ładunków o ograniczonym zasięgu, wraz z osprzętem do podnoszenia i wyposażeniem wymiennym.

3. Ustawa o DT art. 8 ust. 5a

Ustawa [1] w artykule 8.5a deleguje na Ministra właściwego do spraw energii określenie, w drodze rozporządzenia, warunków technicznych dozoru technicznego dla urządzeń technicznych lub urządzeń, o których mowa w przepisach wykonawczych wydanych na podstawie art. 5 ust. 4, w zakresie:

1) projektowania,
2) materiałów i elementów stosowanych do wytwarzania, naprawy lub modernizacji,
3) wytwarzania,
4) eksploatacji,
5) naprawy i modernizacji,
6) likwidacji

- w szczególności wymagania dotyczące konstrukcji, obliczeń wytrzymałościowych, budowy, osprzętu, oznaczeń, materiałów i elementów, zakresu badań technicznych urządzeń, materiałów i elementów, terminów badań okresowych, rodzaju dokumentacji niezbędnej do objęcia dozorem i potwierdzenia kwalifikowania oraz wykonania połączeń nierozłącznych, przeróbki plastycznej i obróbki cieplnej, kwalifikowania i wykonywania badań nieniszczących oraz obsługi i konserwacji, uwzględniając stopień zagrożenia związany z bezpiecznym funkcjonowaniem i eksploatacją tych urządzeń powodowany wpływem promieniowania jonizującego.

4. Warunki techniczne dla urządzeń EJ

Na podstawie delegacji ustawy [1] w dniu 24 czerwca 2016 r. Minister Rozwoju wydał Rozporządzenie z dnia 20 maja 2016 r. w sprawie warunków technicznych dozoru technicznego dla urządzeń technicznych lub urządzeń podlegających dozorowi technicznemu w elektrowni jądrowej, dalej zwanymi „urządzeniami EJ" [3].

National Legal Framework

1. Articles 4 and 5(4) of the Act

The Act of 21 December 2000 on Technical Inspection [1] establishes the principles, scope, and procedures for the exercise of technical inspection, as well as the competent supervisory authorities. Article 4 of the Act defines technical equipment as equipment that may present a hazard to human life or health, property, or the environment, including, but not limited to, equipment that may release potential or kinetic energy in the course of moving people or loads over a limited range.

Pursuant to Article 5(4) of the same Act [1], the Council of Ministers has issued a regulation specifying the types of technical equipment or equipment that may pose risks other than those defined in Article 4(1) that are subject to technical inspection within a nuclear power plant. The regulation takes into account the safety functions performed by such equipment in the context of nuclear facility operation.

2. Subordinate Regulation

Pursuant to the delegation provided in the Act [1], the Regulation of the Council of Ministers of 17 December 2013 on the types of technical equipment subject to technical inspection in a nuclear power plant [2] was published on 22 January 2014.

In accordance with Article 1 of the Regulation, the document defines the types of technical equipment or equipment that may pose risks other than those identified in Article 4(1) of the Act [1] that are subject to technical inspection within a nuclear power plant.

Among the 14 categories of technical equipment listed in the Regulation [2], the following types of them are included:

- Item 13: material handling devices (MHD) forming part of the transport and technological infrastructure used for the movement of reactor structural components or for the transfer and storage of nuclear fuel. This includes lifting accessories and interchangeable equipment, where such equipment is critical for ensuring nuclear safety and radiation protection, particularly fuel loading and refuelling machines.
- Item 14: material handling devices (MHD) not listed under Item 13, used for the movement of persons or loads within a restricted range, together with associated lifting accessories and interchangeable equipment.

3. Article 8(5a) of the Technical Inspection Act

Under Article 8(5a) of the Act [1], the Minister competent for energy affairs is authorized to define, by regulation, the technical inspection requirements applicable to technical equipment and devices specified in implementing acts issued under Article 5 (4). These requirements may cover the following areas:

1) design,
2) materials and components used in manufacturing, repair, or modernization,
3) manufacturing,
4) operation,
5) repair and modernization,
6) decommissioning.

In particular, the regulation may specify requirements concerning construction, strength calculations, design, accessories, markings, materials and components, the scope and frequency of technical inspections of equipment, materials and components, deadlines for periodic testing, the required documentation for inspection and qualification purposes, execution of permanent joints, plastic forming and heat treatment, qualification and performance of non-destructive testing, as well as equipment operation and maintenance, taking into account the level of risk associated with the safe operation of such equipment in the presence of ionizing radiation.

4. Technical Requirements for Equipment Used in Nuclear Power Plants

Pursuant to the above-mentioned delegation of authority [1], on 24 June 2016, the Minister of Economic Development issued the Regulation of 20 May 2016 on the technical requirements for technical inspection of equipment and devices subject to inspection in a nuclear power plant (hereinafter referred to as "nuclear power plant equipment") [3].

W § 3 [3] podano, iż podstawą zróżnicowania warunków technicznych, o których mowa w § 1 [3] (odwołanie do art. 8.5a [1]), dla urządzeń EJ jest klasyfikacja bezpieczeństwa, o której mowa w art. 36j Ustawy z dnia 29 listopada 2000 r. – Prawo atomowe (Dz. U. z 2014 r. poz. 1512, z 2015 r. poz. 1505 i 1893 oraz z 2016 r. poz. 266), zwanej dalej „ustawą – Prawo atomowe" [4].

W § 4.1. [3] podano, iż dla urządzeń EJ należących do odpowiedniej klasy bezpieczeństwa stosuje się wymagania techniczne określone w dokumentach odniesienia mających zastosowanie do tych urządzeń, o ile przepisy rozporządzenia nie stanowią inaczej. Natomiast dla urządzeń EJ (§ 4.2 [3]), dla których nie określono klasy bezpieczeństwa, stosuje się wymagania zawarte w normach technicznych właściwych dla danych urządzeń oraz w innych specyfikacjach technicznych dotyczących wymagań projektowych, o ile przepisy niniejszego rozporządzenia nie stanowią inaczej.

Oddzielną grupą są urządzenia techniczne zainstalowane i eksploatowane w elektrowni jądrowej, które nie mają znaczenia dla zapewnienia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej (§ 6 [3]). Dla tych urządzeń stosuje się warunki techniczne określone w przepisach wydanych na podstawie art. 8 ust. 4 ustawy [1] lub ustalone z Prezesem UDT w trybie art. 8 ust. 6 tej ustawy.

Z powyższych informacji wynika, że urządzenia mogące stwarzać – w trakcie eksploatacji – zagrożenie dla bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej (wymienione w § 4.1 i 4.2 [3]) wytwarza się i eksploatuje zgodnie z rozporządzeniem dla urządzeń EJ oraz właściwymi specyfikacjami lub normami technicznymi.

W przypadku pozostałych urządzeń, które nie powodują zagrożenia emisją radioaktywną, stosuje się – zgodnie z prawem europejskim – dyrektywy oraz zharmonizowane z nimi normy techniczne. Dotyczy to urządzeń UTB poza wyspą jądrową (obudową bezpieczeństwa) oraz nieuczestniczących w przeładunku paliwa jądrowego lub przeładunku/przemieszczaniu zużytego paliwa jądrowego.



Rys. 1A. Przykładowe urządzenie transportu bliskiego (UTB), stanowiące wyposażenie transportowo-technologiczne do przemieszczania i składowania paliwa jądrowego (wg § 2. 1 pkt. 13 [2])

Fig. 1A. Examples of Overhead lifting equipment (OLE) forming part of the transport and process infrastructure used for the handling and storage of nuclear fuel (in accordance with §2(1) (13) of [2])

Poza rozporządzeniem w sprawie warunków urządzeń EJ obowiązują też zapisy z dyrektywy maszynowej 2006/42/WE, w której to art. 1 pkt. 2. określił, iż z zakresu niniejszej dyrektywy wyłączone są:

„c) maszyny specjalnie zaprojektowane lub oddane do użytku do celów jądrowych, które w przypadku uszkodzenia mogą spowodować emisję radioaktywną".

W nowym rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady Europy 2023/1230 w sprawie maszyn, obowiązującym od 20.01.2027 r. i potocznie nazywanym „Nową dyrektywą maszynową", będzie obowiązywał podobny zapis (art. 2 pkt. 2) określający, iż rozporządzenia nie stosuje się do:

„c) maszyn i produktów powiązanych specjalnie zaprojektowanych do stosowania lub stosowanych w obiekcie jądrowym, których zgodność z niniejszym rozporządzeniem mogłaby zagrozić bezpieczeństwu jądrowemu tego obiektu".

Warto w tym miejscu przytoczyć zapisy komentarza do art. 1 (2) c) dyrektywy maszynowej 2006/42/WE zawartego w § 50 Guide to application of the Machinery Directive 2006/42/EC Edition 2.3 – April 2024 (Update of 2nd Edition) https://ec.europa.eu/docsroom/documents/60145

Article 1 (2)
. . .
(c) machinery specially designed or put into service for nuclear purposes which, in the event of failure, may result in an emission of radioactivity;

§50 Maszyny przeznaczone do pracy w elektrowniach jądrowych

Wyłączenie określone w artykule 1 ust. 2 lit. c dotyczy maszyn specjalnie zaprojektowanych do zastosowań w energetyce jądrowej lub do produkcji bądź przetwarzania materiałów radioaktywnych, których awaria może skutkować emisją promieniowania jonizującego.
Maszyny wykorzystywane w przemyśle jądrowym, takie jak wózki podnośnikowe, dźwignice czy generatory, które nie stwarzają ryzyka emisji promieniowania radioaktywnego i/lub których awaria lub uszkodzenie nie prowadzą bezpośrednio do takiej emisji radioaktywnego, nie są wyłączone z zakresu stosowania Dyrektywy Maszynowej.

Maszyny objęte wyłączeniem z art. 1 ust. 2 lit. c należy również odróżnić od maszyn zawierających źródła promieniowania, np. do wykorzystywania pomiarów, realizacji badań nieniszczących lub zapobiegania gromadzeniu się ładunków elektrostatycznych. Ponieważ nie są one zaprojektowane ani używane do celów energetyki jądrowej, zatem nie są wyłączone z zakresu Dyrektywy Maszynowej – zob. §232: komentarz do sekcji 1.5.10 załącznika I.

Należy zauważyć, że stosowanie radioaktywnych źródeł może podlegać obowiązkowi uzyskania zezwolenia oraz kontroli zgodnie z krajowymi przepisami wdrażającymi Dyrektywę 96/29/Euratom oraz Dyrektywę 2003/122/Euratom*.

**Dyrektywa Rady 96/29/Euratom z dnia 13 maja 1996 r. ustanawiająca podstawowe normy bezpieczeństwa w zakresie ochrony zdrowia pracowników i ludności przed zagrożeniami wynikającymi z promieniowania jonizującego. Dz.U. L 159 z 29.06.1996, s. 1; Dyrektywa Rady 2003/122/Euratom z dnia 22 grudnia 2003 r. dotycząca kontroli źródeł promieniowania o wysokiej aktywności.*

According to §3 of the Regulation [3], the basis for differentiating the technical inspection requirements referred to in §1 (implementing Article 8(5a) of the Act [1]) is the safety classification set out in Article 36j of the Atomic Law Act of 29 November 2000 (Journal of Laws 2014, item 1512; 2015, items 1505 and 1893; 2016, item 266), hereinafter referred to as the Atomic Law [4].

As stated in §4(1) of the Regulation [3], for nuclear power plant equipment assigned to a specific safety class, the technical requirements set out in applicable reference documents shall apply, unless otherwise specified by the Regulation. In cases where no safety class has been assigned (§4(2)[3]), the requirements contained in the relevant technical standards and other design-related technical specifications shall apply, unless otherwise stated.

A separate category includes technical equipment installed and operated in a nuclear power plant that is not relevant to nuclear safety or radiological protection (§6[3]). For such equipment, the applicable technical requirements are those specified in regulations issued under Article 8(4) of the Act [1], or requirements determined in agreement with the President of the Office of Technical Inspection (UDT) under Article 8 (6).

Accordingly, equipment that may pose a nuclear safety or radiological protection risk during operation (as referred to in §4(1) and §4(2)) must be manufactured and operated in compliance with both the provisions of the Regulation on nuclear power plant equipment and the relevant technical specifications or standards.

For other equipment that does not involve the risk of radioactive release, EU law applies - specifically, the relevant EU directives and their harmonized technical standards. This applies to material handling devices (MHD) located outside the nuclear island (containment structure) and not involved in the handling or transfer of nuclear fuel or spent fuel.



Rys. 1B. Wybrane przykłady UTB zainstalowanych i eksploatowanych w elektrowni jądrowej, które nie mają znaczenia dla bezpieczeństwa jądrowego wg §. 6 [3]

Fig. 1B. Examples of material handling devices (MHD) installed and operated in a nuclear power plant that are not relevant to nuclear safety (in accordance with §6 of [3])

In addition to the provisions of the regulation concerning technical requirements for equipment used in nuclear power plants, the relevant provisions of Directive 2006/42/EC on machinery (the "Machinery Directive") also apply. According to Article 1(2)(c) of the Directive, the following are excluded from its scope:

"(c) machinery specifically designed and constructed for nuclear purposes, the failure of which may result in a release of radioactivity."
A similar provision is included in the forthcoming Regulation (EU) 2023/1230 of the European Parliament and of the Council on machinery, commonly referred to as the "New Machinery Regulation", which will enter into force on 20 January 2027. As stated in Article 2(2)(c) of the Regulation:

"(c) machinery and related products specifically designed or used for use in a nuclear installation, where compliance with this Regulation could compromise the nuclear safety of the installation."

It is worth referencing here the commentary on Article 1(2)(c) of Directive 2006/42/EC, as provided in §50 of the Guide to the Application of the Machinery Directive 2006/42/EC, Edition 2.3 – April 2024 (Update of the 2nd Edition) https://ec.europa.eu/docsroom/documents/60145

Article 1 (2)
. . .
(c) machinery specially designed or put into service for nuclear purposes which, in the event of failure, may result in an emission of radioactivity;

§50 Machinery for nuclear purposes

The exclusion set out in Article 1 (2) (c) concerns machinery specially designed for the purposes of the nuclear power industry or for the production or processing of radioactive materials, the failure of which may result in an emission of radioactivity. Machinery used in the nuclear power industry, such as forklift trucks, cranes and generators, which do not give rise to a risk of emission of radioactivity and/or failure of which do not directly generate radioactive emission, are not excluded from the scope of the Machinery Directive.

The machinery concerned by the exclusion set out in Article 1 (2) (c) is also to be distinguished from machinery incorporating radioactive sources, for example, for the purposes of measurement, non-destructive testing or preventing the accumulation of static electric charge. As they are not designed or used for nuclear purposes and thus are not excluded from the scope of the Machinery Directive – see §232: comments on section 1.5.10 of Annex I.

It should be noted that the use of radioactive sources may be subject to authorisation and control according to the national provisions implementing Directive 96/29/Euratom and Directive 2003/122/Euratom*.

*Council Directive 96/29/Euratom of 13 May 1996 laying down basic safety standards for the protection of the health of workers and the general public against the dangers arising from ionizing radiation. OJ L 159, 29.06.1996 p. 1; Council Directive 2003/122/Euratom of 22 December 2003 on the contro/

5. Technical Requirements for material handling devices (MHD) under the Regulation on Equipment for Nuclear Power Plants

Material handling devices (MHD) used in nuclear power plants includes, among other things, specialized transport and process systems for the handling and storage of nuclear fuel. Such equipment must be designed in accordance with the requirements set out in the Regulation on Nuclear Safety and Radiological Protection Requirements to Be Taken into Account in the Design of a Nuclear Facility [5], commonly referred to as the Design Regulation (Title IV, Chapters 6 and 9). In addition, the equipment must comply with the functional requirements specified in the Regulation on Technical Inspection Requirements for Equipment Used in Nuclear Power Plants [3].

5. Warunki techniczne UTB zgodnie z rozporządzeniem dla urządzeń EJ

W ramach UTB stosowanego w elektrowni jądrowej znajduje się między innymi specjalistyczne wyposażenie transportowo-technologiczne do przemieszczania i przechowywania paliwa jądrowego, które projektuje się zgodnie z wymaganiami określonymi w rozporządzeniu w sprawie wymagań bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej, jakie ma uwzględniać projekt obiektu jądrowego [5]. W skrócie nazywane jest ono rozporządzeniem projektowym (Dział IV rozdział 6 i 9). Wspomniane wyposażenie projektuje się również w zgodzie z wymaganiami funkcjonalnymi określonymi w rozporządzeniu dla urządzeń EJ [3].

W rozporządzeniu dla urządzeń EJ [3] określono 5 podstawowych UTB, które mogą wpływać na bezpieczeństwo jądrowe oraz ochronę radiologiczną. Są to:

1. urządzenia do przyjmowania i przechowywania paliwa jądrowego przeznaczonego do załadowania do reaktora;
2. urządzenia do przechowywania napromieniowanego paliwa jądrowego i przygotowania do wywozu paliwa wypalonego;
3. urządzenia do częściowego demontażu i montażu reaktora i jego wyposażenia oraz przemieszczania jego elementów;
4. urządzenia do załadunku oraz wyładunku paliwa jądrowego odpowiednio do i z reaktora oraz przeładunku paliwa, w tym urządzenia do kontroli szczelności koszulek elementów paliwowych;
5. urządzenia do przechowywania innych napromieniowanych elementów reaktora do momentu ich wywozu z terenu elektrowni.

Poniżej przedstawiono szczegółowe wymagania dotyczące projektowania i wytwarzania UTB, które przynależą do odpowiednich klas bezpieczeństwa jądrowego:

- UTB, jak i specjalne urządzenia przenoszące zestawy paliwowe, w tym zawiesia i uchwyty (np. zestawy paliwowe), projektuje się w sposób zapobiegający upuszczeniu lub uderzeniu paliwa jądrowego, w szczególności w przypadku utraty zasilania elektrycznego lub wystąpienia wstrząsów sejsmicznych;
- Napędy i sterowanie UTB projektuje się lub dobiera w sposób zapewniający ich niezawodne działanie, uwzględniając potencjalnie możliwe stany związane z nieprawidłowym funkcjonowaniem poszczególnych podzespołów (konieczność wykonania analiz bezpieczeństwa, np. FMEA);
- Rozwiązania projektowe UTB oraz zasady ich działania opracowuje się z wykorzystaniem odpowiednich analiz bezpieczeństwa, opartych na metodach deterministycznej i probabilistycznej (jak wyżej), zapewniając zapobieżenie przypadkowemu powstaniu stanu krytycznego, odpowiednie chłodzenie paliwa jądrowego i ochronę przed promieniowaniem oraz jak najniższe, praktycznie możliwe prawdopodobieństwo uszkodzenia paliwa jądrowego;
- UTB poddaje się analizie ryzyka związanej z możliwością upadku ciężkiego ładunku, której wyniki uwzględnia się w projekcie układu przestrzennego budynków elektrowni jądrowej oraz w konstrukcji i systemie funkcjonowania UTB;
- Nie dopuszcza się do przemieszczania ładunków nad paliwem jądrowym, urządzeniami istotnymi dla zapewnienia bezpieczeństwa jądrowego, zapewnia się rozwiązania służące zachowaniu czystości basenów magazynowych paliwa jądrowego;
- W przypadku UTB do przemieszczania paliwa jądrowego probabilistyczna analiza bezpieczeństwa dla elektrowni jądrowej zawiera ocenę ogólną ryzyka zdarzeń prowadzących do uszkodzenia paliwa jądrowego, uwzględniającą fazy obsługi paliwa i ryzyko związane z jego ewentualnym upadkiem;
- Stosuje się UTB spełniające stawiane im wymagania funkcjonalne, których integralność podzespołów pozostaje niezmienna w okresie eksploatacji zgodnie z warunkami projektowymi, wykazuje się to doświadczalnie oraz za pomocą obliczeń i prób;
- W elektrowni jądrowej stosuje się UTB wytworzone wyłącznie z dostosowanych do tego materiałów, których właściwości spełniają wymagania warunków projektowych i związanych z nimi zjawisk, materiały są zatwierdzane przez Prezesa UDT (inspektorów UDT działających w imieniu Prezesa), a ich właściwości są zweryfikowane;
- UTB projektuje się i wytwarza zgodnie ze szczegółowymi wymaganiami zawartymi w dokumentach odniesienia, z uwzględnieniem wymagań, o których mowa w § 26-29 rozporządzenia dla urządzeń EJ [3] (wymagania obliczeniowe, stosowanie sprawdzonych rozwiązań).

Wspólne wymagania dla UTB z klasą bezpieczeństwa oraz UTB, dla których mogą nie zostać przypisane klasy bezpieczeństwa wyszczególniono poniżej:

- W projekcie UTB zapewnia się możliwość przeprowadzenia prób funkcjonalnych z obciążeniem i bez oraz badań UTB w okresie planowanej eksploatacji;
- UTB, których usterka może spowodować zdarzenie radiacyjne na terenie elektrowni jądrowej lub poza jej terenem, wyposaża się i zabezpiecza w sposób uniemożliwiający doprowadzenie przez pojedynczą usterkę do stanu niebezpiecznego (redundancja zabezpieczeń);
- W przypadku UTB stosowanych do przemieszczania paliwa jądrowego zapobiega się utracie przez nie zdolności do bezpiecznego przenoszenia ładunków w wyniku pojedynczej usterki lub uszkodzenia. W przypadku tych UTB mogą istnieć dodatkowe wymagania dotyczące wyposażenia urządzeń, między innymi w:
  - urządzenia bezpieczeństwa, które zatrzymują ruch w przypadku, gdy obciążenie jest znacznie mniejsze od zakładanego oraz w trakcie podnoszenia i przenoszenia w przypadku: awarii zasilania i spadku napięcia, które zagraża operacji; przeciążenia i przekroczenia prędkości ruchów roboczych oraz w przypadku poluzowania cięgna nośnego;
  - urządzenia bezpieczeństwa, które ograniczają ruchy robocze do dopuszczalnych obszarów;
  - mechaniczne odboje służące do zatrzymania ruchów podnoszenia, opuszczania i przemieszczania;
  - rozwiązania techniczne zapobiegające jednoczesnym, nagłym ruchom pionowym i poziomym;
  - ograniczniki prędkości w zakresie zmniejszonej prędkości podnoszenia, opuszczania i przemieszczania;
  - wyłączniki krańcowe zapobiegające ruchom poza określone granice;
  - sygnalizację właściwego zamocowania i odpięcia ładunku;
  - sygnalizację ostrzegawczą składającą się z sygnalizacji akustycznej i optycznej, informującą o przemieszczaniu urządzenia;
  - rozwiązania techniczne uniemożliwiające sterowanie urządzeniem bez zachowania z nim kontaktu wzrokowego w przypadku stosowania sterowania bezprzewodowego;
  - rozwiązania techniczne przedstawiające informację o masie ładunku;
  - wyłączniki zatrzymania awaryjnego wszystkich ruchów roboczych, w miejscach koniecznych dla zapewnienia bezpieczeństwa pracy urządzenia;
  - wyposażenie do określenia dokładnego położenia paliwa jądrowego;
  - oświetlenie i monitoring.

Wymagania odnośnie oprzyrządowania do podnoszenia oraz elementów współpracujących z UTB:

- Chwytaki UTB, które biorą udział w przemieszczaniu paliwa jądrowego, projektuje się w sposób zapewniający zabezpieczenie przed poluzowaniem uchwytu przez zastosowanie dwóch niezależnych od siebie elementów oraz pozostawanie uchwytu w bezpiecznym położeniu w przypadku awarii zasilana;
- UTB i ich wyposażenie, które mają kontakt z wodą z basenów magazynowych paliwa jądrowego, projektuje się w sposób uniemożliwiający skaże-

The Regulation [3] identifies five main categories of material handling devices (MHD) that may impact nuclear safety and radiological protection:

1. Equipment for receiving and storing nuclear fuel intended for loading into the reactor;
2. Equipment for storing irradiated nuclear fuel and preparing spent fuel for shipment;
3. Equipment for the partial disassembly and assembly of the reactor and its components, and for handling reactor parts;
4. Equipment for loading and unloading nuclear fuel into and out of the reactor, including fuel transfer systems and equipment for leak testing of fuel rod cladding;
5. Equipment for storing other irradiated reactor components pending their removal from the plant site.

Detailed Design and Manufacturing Requirements for material handling devices (MHD) Assigned to Nuclear Safety Classes

- (MHD) and dedicated fuel-handling devices, including lifting accessories and gripping tools, must be designed to prevent dropping or impact of nuclear fuel, particularly in the event of power loss or seismic events.
- (MHD) drives and control systems must be designed or selected to ensure reliable performance, taking into account all potential failure modes of individual subsystems. Comprehensive safety analyses, such as Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), are required.
- (MHD) design solutions and operating principles shall be developed on the basis of appropriate safety analyses, applying both deterministic and probabilistic methods (as referenced above), to ensure the prevention of accidental criticality, adequate cooling of nuclear fuel, radiation protection, and the lowest reasonably achievable probability of fuel damage.
- (MHD) must undergo a risk assessment related to the potential for heavy load drops. The results of this assessment must be incorporated into the spatial layout of nuclear facility buildings and the design and operating principles of the (MHD) system.
- It is prohibited to move loads over nuclear fuel or over equipment important to nuclear safety. Design measures must ensure the cleanliness and protection of spent fuel storage pools.
- For (MHD) used in fuel handling operations, the probabilistic safety assessment (PSA) for the nuclear power plant must include a comprehensive evaluation of risks related to fuel damage, considering all stages of fuel handling and the consequences of a potential fuel drop.
- Only (MHD) that meets the defined functional requirements may be used. The structural integrity of all components must remain intact throughout the equipment's service life under design conditions. This must be demonstrated through analytical calculations, experimental testing, and verification trials.
- In nuclear power plants, (MHD) must be manufactured exclusively from materials specifically approved for this purpose, with properties that comply with all applicable design requirements and associated physical phenomena. These materials must be approved by the President of the Office of Technical Inspection (UDT) (or designated UDT inspectors), and their properties must be independently verified.
- (MHD) must be designed and manufactured in full compliance with the detailed technical requirements set out in applicable reference documents, including the provisions of §26–29 of the Regulation on Technical Inspection Requirements for Equipment Used in Nuclear Power Plants [3], covering strength calculations, use of proven design solutions, and verification methods.

Common Requirements for (MHD) Assigned to a Safety Class and for (MHD) That May Not Be Assigned a Safety Class

- The (MHD) design shall provide for the possibility of performing functional tests both with and without load, as well as in-service testing during the planned operational period;
- (MHD), the failure of which could result in a radiological event within or beyond the nuclear power plant, shall be equipped and safeguarded in such a way that no single fault can lead to a hazardous condition (redundant safety systems shall be provided);
- In the case of (MHD) used for handling nuclear fuel, the design shall prevent the loss of safe load-handling capability due to a single failure or malfunction. For such (MHD), additional equipment requirements may include, among others:
  - Safety devices that stop movement when the actual load is significantly lower than expected, as well as during lifting and traversing operations in the event of a power failure or voltage drop that threatens safe operation, an overload or excessive speed of working movements, or slackening of the load-bearing rope;
  - Safety devices that limit working movements to within permitted operating areas;
  - Mechanical buffers for stopping hoisting, lowering, and traveling;
  - Technical solutions that prevent simultaneous, sudden vertical and horizontal movements;
  - Speed limiters for reducing hoisting, lowering, and traversing speeds;
  - Limit switches to prevent movement beyond predefined boundaries;
  - Indicators for confirming proper attachment and release of the load;
  - Warning signals, consisting of both acoustic and visual alarms, indicating equipment motion;
  - Technical solutions preventing equipment control without direct line-of-sight when using wireless control systems;
  - Load indicators displaying the actual weight of the load being handled;
  - Emergency stop switches for all operational movements, installed at locations necessary to ensure equipment safety;
  - Systems for determining the exact position of nuclear fuel;
  - Lighting and monitoring systems.

Requirements for Lifting Accessories and Components Used with material handling devices (MHD)

- Grapples used in (MHD) for handling nuclear fuel must be designed to prevent unintentional release of the load by incorporating two independent securing mechanisms, and must remain in a safe position in the event of a power failure.
- (MHD) and their components that come into contact with water from spent fuel storage pools must be designed to prevent radioactive contamination and to allow for efficient decontamination.
- Continuous monitoring of temperature, pressure, and radiation levels inside the nuclear fuel transport cask must be ensured, unless the design documentation explicitly justifies that such monitoring is not required. To protect the fuel cask and the transport container from damage in the event of a drop, the equipment must include appropriate shock-absorbing elements as part of its design.

nie promieniotwórcze tych UTB i ich wyposażenia oraz ułatwiający ich dekontaminację;
- Zapewnia się stały pomiar temperatury, ciśnienia i poziomu promieniowania pojemnika do transportu paliwa jądrowego lub wykazuje w dokumentacji projektowej brak konieczności stałego pomiaru. W celu zabezpieczenia pojemnika do transportu paliwa jądrowego i kontenera transportowego przed uszkodzeniem w razie ich upadku projektuje się odpowiednie elementy amortyzujące.

6. Inne wymagania rozporządzenia w sprawie urządzeń EJ

Warunki techniczne określone w rozporządzeniu [3] uzupełnione o dodatkowe wymagania prawne w stosunku do UTB:
- wymagane oznaczenia (np. „numer ewidencyjny nadany przez Prezesa UDT");
- zakres dokumentacji technicznej;
- sposób prowadzenia przez użytkownika eksploatacji, napraw i modernizacji;
- zakres czynności dozoru technicznego (badania);
- likwidacja.

Terminy wykonywania okresowych badań technicznych określa się w planie zapewnienia bezpiecznego funkcjonowania urządzeń EJ. Natomiast minimalny wymagany zakres badań, nadzoru i kontroli stanu technicznego urządzeń EJ istotnych dla bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej określa załącznik nr 1 do rozporządzenia [3].

7. Rozporządzenie projektowe

Rada Ministrów 20 września 2012 r. wydała rozporządzenie w sprawie wymagań bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej, jakie ma uwzględniać projekt obiektu jądrowego [5], dalej zwane rozporządzeniem projektowym, które również określa wymagania dla urządzeń przeładunkowych (UTB).

W § 103 mówi się o projekcie obiektu jądrowego, który przewiduje stosowanie systemów lub elementów wyposażenia obiektu jądrowego do transportu odpadów promieniotwórczych i ich bezpiecznego przechowywania na terenie obiektu jądrowego.

Poniżej podano niektóre z wymagań rozporządzenia dotyczące UTB.

Obiekty i elementy wyposażenia obiektu jądrowego służące do przemieszczania lub do przechowywania nienapromieniowanego (świeżego) paliwa jądrowego w obiekcie jądrowym projektuje się tak, żeby między innymi:
- umożliwić kontrolę stanu paliwa jądrowego;
- umożliwić prowadzenie czynności utrzymania w zakresie eksploatacji, napraw i modernizacji oraz kontroli okresowych i prób elementów wyposażenia do przemieszczania lub przechowywania nienapromieniowanego (świeżego) paliwa jądrowego w obiekcie jądrowym;
- zapobiec upuszczeniu paliwa jądrowego podczas jego przemieszczania.

Obiekty i elementy wyposażenia służące do przechowywania napromieniowanego paliwa jądrowego w obiekcie jądrowym, a także elementy wyposażenia służące do przemieszczania napromieniowanego paliwa jądrowego w obiekcie jądrowym projektuje się tak, żeby między innymi:
- zapobiec upuszczeniu paliwa jądrowego podczas jego przemieszczania;
- zapobiec powstawaniu niedopuszczalnych naprężeń w elementach paliwowych lub zestawach paliwowych, związanych z ich przemieszczaniem;
- zapobiegać nieumyślnemu upuszczeniu na zestawy paliwowe ciężkich przedmiotów, w szczególności takich jak: pojemniki wypalonego paliwa jądrowego, elementy wyposażenia do przemieszczania napromieniowanego paliwa jądrowego lub inne przedmioty, które potencjalnie mogłyby uszkodzić paliwo jądrowe;
- ułatwiać naprawy i likwidację elementów wyposażenia obiektu jądrowego służących do przemieszczania lub przechowywania paliwa jądrowego.

Klasy bezpieczeństwa

Zgodnie z terminologią wykorzystywaną przez dostawców technologii jądrowych stosuje się w projekcie elektrowni jądrowej klasy bezpieczeństwa dla wyposażenia określane jako safety related (związane z bezpieczeństwem) oraz non-safety related (niezwiązane „bezpośrednio" z bezpieczeństwem). Jest to terminologia, która obecnie zmienia się z uwagi na inne podejście przemysłu jądrowego do bezpieczeństwa. Coraz częściej podnosi się kwestię wyposażenia tzw. important to safety (wyposażenia nieuczestniczące bezpośrednio w zapewnieniu bezpieczeństwa, ale przez możliwość jego awarii wpływające na działanie wyposażenia safety related). W polskim prawie podobne odwołanie można znaleźć w rozporządzeniu projektowym art. 11.6 [5] „Uszkodzenie w systemie obiektu jądrowego niebędącym systemem bezpieczeństwa nie może wpływać na realizację funkcji bezpieczeństwa przez inne systemy lub elementy konstrukcji lub wyposażenia obiektu jądrowego.".

Na przykładzie rozwiązań proponowanych przez Westinghouse Electric Company zatwierdzonych przez NRC (US Nuclar Regulatory Commision) stosuje się następujący podział klas bezpieczeństwa:
- klasy A, B i C określone jako klasy safety related (wykonywane np. zgodnie z ASME sekcja III lub sekcja VIII - Rules for Constructions of Nuclear Facility Components lub innymi standardami).
- klasa D – jest to klasa non-safety related, jednakże zawiera wyposażenie z powiększonymi wymaganiami jakościowymi, także z elementami important to safety lub backup safety. Dla elementów z tej klasy mających styczność z radioaktywnością musi być udowodnione poprzez konserwatywne analizy, że potencjalne uszkodzenie brane pod uwagę w projekcie nie spowoduje przekroczenia dopuszczalnych dawek promieniowania. Przykładem takiego UTB jest polar crane (suwnica biegunowa).
- klasy E, F itd. są określone jako non-safety related (wykonywane zgodnie z normami przewidzianymi dla przemysłu)

W polskim prawie w zakresie klasyfikacji bezpieczeństwa obowiązuje Art. 36j. Ustawy Prawo Atomowe [4]:

„Dla każdego systemu oraz elementu konstrukcji i wyposażenia obiektu jądrowego, mającego istotne znaczenie ze względu na bezpieczeństwo jądrowe i ochronę radiologiczną, w tym dla oprogramowania sterowania i kontroli, określa się klasę bezpieczeństwa – w zależności od stopnia, w jakim te systemy oraz elementy wpływają na bezpieczeństwo jądrowe i ochronę radiologiczną obiektu jądrowego."

Urządzenia UTB EJ istotne dla bezpieczeństwa jądrowego w elektrowni jądrowej wykonanej w technologii PWR

W elektrowni jądrowej w szczególności na wyspie jądrowej (wewnątrz obudowy bezpieczeństwa) oraz w obiektach wokół wyspy jądrowej występuje wiele UTB takich jak dźwigi osobowo-towarowe, żurawie stacjonarne, suwnice pomostowe, dźwigniki, podesty ruchome, osprzęt do podnoszenia. Z punktu widzenia bezpieczeństwa urządzenia te w większości są zaklasyfikowane jako non-safety related. W zakresie urządzeń zaklasyfikowanych jako safety related są zestawy paliwowe fuel asseblies , które współpracują z niektórymi UTB. Poniżej przykładowe zdjęcie z załadunku paliwa z elektrowni Vogtle 4.

Innymi przykładami UTB z klasyfikacją non-safety related, które dodatkowo mogą być określane jako *important to safety* są cztery OLE (Overhead Lifting Equipment):

- Suwnica „biegunowa"– polar crane;
- Suwnica do obsługi pojemników z mat. radioaktywnym – cask handlig crane;
- Suwnice/sytemy do przeładunku, zmiany konfiguracji kaset paliwowych, transportu paliwa– fuel handlig machine i fuel refueling machine.

6. Additional Requirements under the Regulation on Nuclear Power Plant Equipment

The technical requirements set out in the Regulation [3] are supplemented by additional legal obligations applicable to material handling devices (MHD) , including:
- required markings (e.g. the "registration number assigned by the President of the Office of Technical Inspection");
- the scope of required technical documentation;
- procedures for operation, repair, and modernization to be followed by the operator;
- the scope of activities falling under technical inspection (inspections);
- decommissioning procedures.

The schedule for periodic technical inspections is specified in the Plan for Ensuring the Safe Operation of Nuclear Power Plant Equipment. The minimum scope of inspection, inspection, and monitoring of the technical condition of equipment important to nuclear safety and radiological protection is defined in Annex 1 to the Regulation [3].

7. Design Regulation

On 20 September 2012, the Council of Ministers issued the Regulation on Nuclear Safety and Radiological Protection Requirements to Be Considered in the Design of a Nuclear Facility [5], hereinafter referred to as the Design Regulation, which also specifies requirements for fuel material handling devices (MHD).

According to §103 of the Regulation, the design of a nuclear facility must include systems and equipment for the transport and safe on-site storage of radioactive waste.

Among the requirements concerning (MHD), the Regulation states that systems and components used for the handling or storage of unirradiated (fresh) nuclear fuel within the facility must be designed to:
- enable control of the condition of nuclear fuel;
- facilitate operation, maintenance, repair, modernization, as well as periodic inspections and testing of systems used for handling or storing fresh nuclear fuel;
- prevent dropping of nuclear fuel during handling operations.

Systems and components used for the storage of irradiated nuclear fuel in a nuclear facility, as well as components used for the handling of irradiated nuclear fuel, shall be designed in such a way as to:
- prevent the dropping of nuclear fuel during handling operations;
- prevent the occurrence of unacceptable mechanical stresses in fuel elements or fuel assemblies during movement;
- prevent the unintentional dropping of heavy objects onto fuel assemblies, particularly such items as: spent nuclear fuel casks, components used for handling irradiated nuclear fuel, or other objects that could potentially damage the nuclear fuel;
- facilitate the repair and decommissioning of systems and components used for the handling or storage of nuclear fuel within the facility.

Safety Classification

In the design of a nuclear power plant, equipment is typically classified as either safety-related or non-safety-related, in accordance with terminology used by nuclear technology vendors. However, this terminology is evolving in response to a broader shift in the nuclear industry's approach to safety. Increasing emphasis is being placed on equipment designated as important to safety — referring to components that do not directly perform safety functions, but whose failure could adversely affect the operation of safety-related systems. A comparable concept is reflected in Polish law, specifically in Article 11(6) of the Design Regulation [5], which states: "A failure in a system of a nuclear facility that is not a safety system shall not affect the performance of safety functions by other systems or by structural elements or components of the nuclear facility."

An example of a safety classification structure adopted by Westinghouse Electric Company (as approved by the U.S. Nuclear Regulatory Commission – NRC) includes the following classes:
- Classes A, B, and C – classified as safety-related; these components are designed and manufactured, for example, in accordance with ASME Section III or Section VIII – Rules for the Construction of Nuclear Facility Components, or other applicable standards.
- Class D – considered non-safety-related, but includes equipment subject to enhanced quality requirements, often encompassing important-to-safety or backup safety functions. For Class D components that may come into contact with radioactive materials, it must be demonstrated through conservative safety analyses that any postulated failure will not result in exceeding permissible radiation dose limits. A typical example of Class D equipment is the polar crane.
- Classes E, F, etc. – classified as non-safety-related and designed in accordance with general industrial standards.

Under Polish law, safety classification is governed by Article 36j of the Atomic Law [4], which provides:

"Each system and structural or equipment component of a nuclear facility that is important to nuclear safety and radiological protection, including control and instrumentation software, shall be assigned a safety class, depending on the extent to which that system or component affects the nuclear safety and radiological protection of the facility."

Material handling devices (MHD) relevant to Nuclear Safety in a PWR-Type Nuclear Power Plant

In a nuclear power plant, particularly within the nuclear island (i.e. inside the containment structure) and in adjacent supporting structures, various types of industrial lifting and material handling devices (MHD) are used, including lifts for the transport of persons and goods, stationary cranes, overhead travelling cranes, hoists, mobile platforms, and lifting accessories. From the perspective of nuclear safety, the majority of these devices are classified as non-safety related. However, components classified as safety related include fuel assemblies, which interface directly with selected (MHD) systems during handling and refuelling operations. Below is an example image showing fuel loading activities at the Vogtle Unit 4 nuclear power plant.

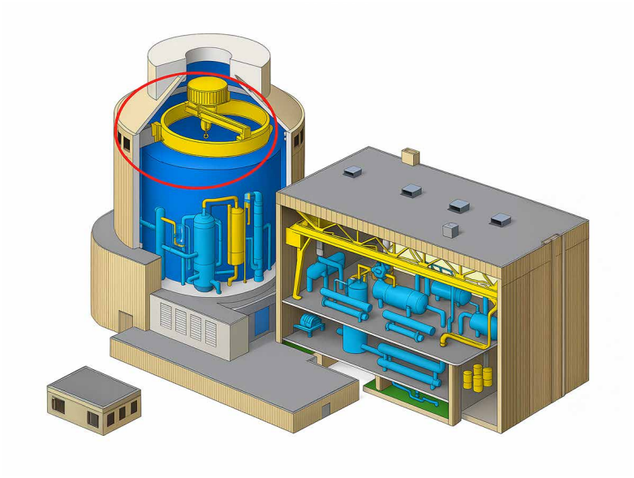
Other examples of material handling devices (MHD) classified as non-safety-related, but additionally designated as important to safety, include the following four types of overhead lifting equipment (OLE):
- Polar crane
- Cask handling crane
- Fuel handling machine and fuel refuelling machine



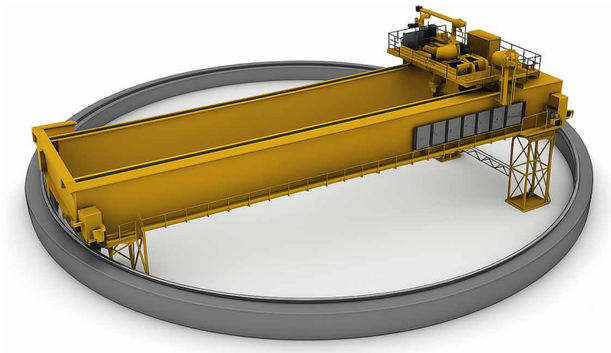
Rys. 2. Załadunek paliwa [6]
Fig. 2. Fuel loading operation [6]

1. Polar Crane

Suwnica „biegunowa" musi zapewniać bezpieczne transportowanie ładunków nad paliwem przy otwartym basenie reaktora. Służy do podnoszenia zintegrowanej głowicy reaktora (oprzyrządowanie pomiarowe, sterowanie prętami), dodatkowo umożliwia w razie potrzeb wymianę elementów wewnątrz obudowy bezpieczeństwa (pompy, zbiorniki, wytwornice pary). Urządzenie jest również wykorzystywane w trakcie budowy do instalacji podstawowych elementów wewnątrz obudowy bezpieczeństwa.



Rys. 3. Elektrownia jądrowa AP1000 z zaznaczoną suwnica polarną [7]
Fig. 3. AP1000 nuclear power plant with polar crane circled [7]



Rys. 4. Przykład suwnicy polarnej
Fig. 4. Polar crane – example configuration

2. Cask Handlig Crane

Suwnica do przeładunku zużytego paliwa umożliwia transport paliwa razem z zasobnikiem z basenów (cask washdown pit) oraz (cask loading pit) do zasobników pozwalających na długoterminowe przechowywanie zużytego paliwa. Dodatkowo suwnica pozwala również na przetransportowanie pojemników na pojazd kołowy lub szynowy.

3. Fuel Handlig Machine

Suwnica specjalistyczna oraz system do przeładunku i zmiany konfiguracji kaset paliwowych w reaktorze. System ten pozwala na transport paliwa jądrowego z i do obudowy reaktora. System dodatkowo umożliwia zmianę pozycji kaset z paliwem jądrowym z pozycji pionowej na poziomą, która jest wymagana do transportu kaset paliwowych przez kanał wodny w obudowie reaktora. System ten najczęściej składa się z dwóch suwnic specjalistycznych oraz elementów zabudowanych wewnątrz kanału wodnego (fuel transfer system).

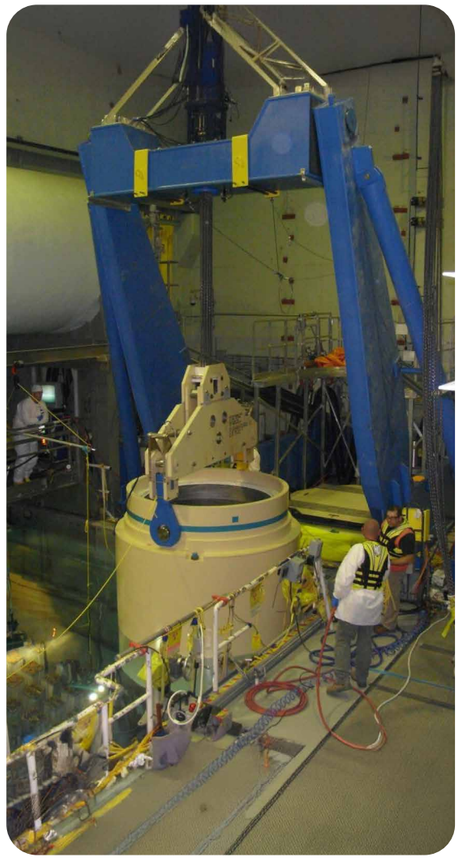
4. Inne specyfikacje techniczne dla suwnic w EJ

Urządzenia transportu bliskiego powinny spełniać wymagania zgodne z przypisaną kategorią sejsmiczną wymaganą w przypadku zdarzenia sejsmicznego:

- C-I – urządzenie powinno funkcjonować nawet w wyniku zdarzenia sejsmicznego (SSE-safe shutdown erthquake);
- C-II – urządzenie nie powinno stracić integralności w wyniku zdarzenia sejsmicznego (SSE-safe shutdown erthquake).

Przykładowo suwnice, zgodnie z wytycznymi Westinghouse EC, powinny być zaprojekowane według wytycznych NRC NUREG-0554 „Single-Failure-Proof Cranes for Nuclear Power Plants" (raport techniczny opisujący projekt, wytwarzanie, instalację, inspekcję, testy i obsługę suwnic odpornych na pojedynczą usterkę w trakcie obsługi krytycznych ładunków).

Resurs dla suwnic (szczególnie Polar Crane) powinien być założony na co najmniej 60 do 80 lat z uwagi na długi okres życia elektrowni jądrowej oraz utrudnioną możliwość wymiany głównych elementów systemu. Na przykład resurs elementów wyspy reaktorowej oraz oprzyrządowania (np. wytwornica pary) jest szacowany na 60 lat. Obecnie rozważane są możliwości eksploatacyjne elektrowni jądrowych nawet przez 80-100 lat.



Rys. 5. Przeładunek zużytego paliwa [8]
Fig. 5. Spent fuel handling procedure [8]

1. Polar Crane

The polar crane is required to ensure the safe handling of loads over the reactor core when the reactor cavity is open and flooded. It is primarily used to lift the integrated reactor head, which houses instrumentation and control rod drive mechanisms. Additionally, the crane provides the capability to replace major components located within the containment structure, including pumps, pressure vessels, and steam generators, as needed. During the construction phase, the polar crane is also employed for installing key systems and components inside the containment.

The polar crane is required to ensure the safe handling of loads over the reactor core when the reactor cavity is open and flooded. It is primarily used to lift the integrated reactor head, which houses instrumentation and control rod drive mechanisms. Additionally, the crane provides the capability to replace major components located within the containment structure, including pumps, pressure vessels, and steam generators, as needed. During the construction phase, the polar crane is also employed for installing key systems and components inside the containment.

2. Cask Handling Crane

The cask handling crane is used to transfer spent nuclear fuel, together with its storage cask, from the cask washdown pit and cask loading pit to containers designated for long-term storage. The crane also enables the loading of these containers onto wheeled or rail-based transport vehicles.



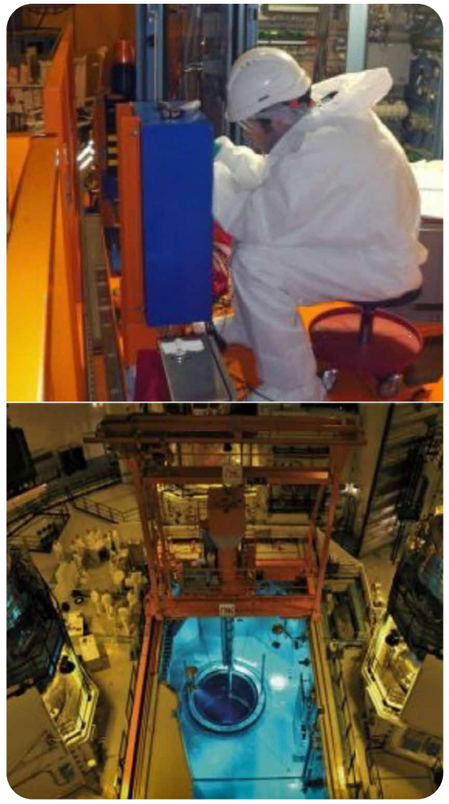
Rys. 6. Przykład suwnicy do przeładunku
Fig. 6. Cask handling crane

3. Fuel Handling Machine

A specialized crane system used for the transfer and reconfiguration of fuel assemblies within the reactor. It enables the movement of nuclear fuel into and out of the reactor containment and facilitates the reorientation of fuel assemblies from a vertical to a horizontal position, as required for transport through the fuel transfer canal inside the containment. The system typically consists of two dedicated handling cranes and integrated components installed within the canal, forming the fuel transfer system.



Rys. 7. Przykłady rozwiązań suwnic
Fig. 7. Selected crane system configurations



Rys. 8. Zdjęcia ilustrujące przeładunek paliwa jądrowego [9]
Fig. 8. Images showing nuclear fuel transfer operations [9]

4. Additional Technical Specifications for Cranes in Nuclear Power Plants

Overhead lifting equipment (OLE) in nuclear power plants must meet the requirements corresponding to the assigned seismic category, ensuring proper performance in the event of a seismic incident:

- Category C-I – the equipment must remain fully operational following a Safe Shutdown Earthquake (SSE);
- Category C-II – the equipment must maintain structural integrity during an SSE, even if not required to operate.

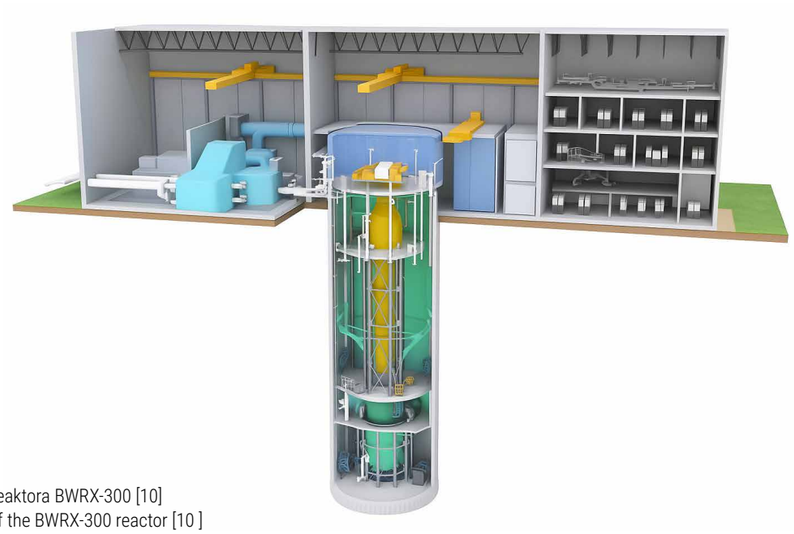
For instance, cranes, in line with Westinghouse Electric Company guidelines, should be designed according to NRC NUREG-0554, Single-Failure-Proof Cranes for Nuclear Power Plants, a technical report that outlines requirements for the design, fabrication, installation, inspection, testing, and operation of cranes used for handling critical loads ensuring resilience to any single-point failure.

The design service life of these cranes, particularly the polar crane, should be established at 60 to 80 years, reflecting both the extended operational lifespan of nuclear power plants and the practical challenges associated with replacing major crane components. For comparison, key reactor island systems and instrumentation such as steam generators are typically also designed for a 60-year service life. Currently, operating lifespans of nuclear power plants are being evaluated for possible extension to 80–100 years.

UTB w reaktorach wodnowrzących (BWR)

ORLEN Synthos Green Energy ogłosił plan budowy do roku 2050 małych reaktorów modularnych SMR typu BWRX-300 (pierwszy reaktor w Polsce planowany do 2030 r.). Technologia należy do firmy GE Hitachi Nuclear Energy (GEH). Uruchomienie pierwszego reaktora planowane jest na 2028 r. w Darligton Kanada. BWRX-300 jest rozwinięciem licencjonowanego w USA przez NRC reaktora 1,520 MWe ESBWR.

Z uwagi na brak dokładnych specyfikacji projektowych na dzień dzisiejszy nie można za wiele powiedzieć o rozwiązaniach UTB w tego typu elektrowniach SMR.



Rys. 9. Wizualizacja reaktora BWRX-300 [10]
Fig. 9. Visualization of the BWRX-300 reactor [10]

BWRX-300 jest to reaktor typu wodno-wrzącego. Z uwagi na technologię para wodna napędzająca generator może być w pewnych warunkach radioaktywna. Z uwagi na to suwnica pracująca nad generatorem, w przeciwieństwie do suwnic nad generatorami w reaktorach PWR, powinna spełniać wymagania bezpieczeństwa rozporządzenia dot. urządzeń EJ [2] podobnie jak np. Polar Crane.

Podsumowanie

W artykule zostały przybliżone zagadnienia związane z Urządzeniami Transportu Bliskiego z perspektywy przepisów Dozoru Technicznego w związku z inwestycjami w przemysł nuklearny w Polsce.

Urządzenia Transportu Bliskiego, szczególnie wymienione powyżej cztery podstawowe suwnice, stanowią element elektrowni mający wpływ na bezpieczną eksploatację (important to safety), nie stanowią jednakże podstawowego elementu safety related (używając terminologii US NRC basic componet) z uwagi na to, iż nie uczestniczą w ciągłej pracy elektrowni. Ich użytkowanie jest ograniczone do okresów budowy elektrowni, kampanii paliwowej lub prac remontowych, kiedy ryzyko wystąpienia zdarzenia niebezpiecznego/krytycznego jest ograniczone.

Literatura:

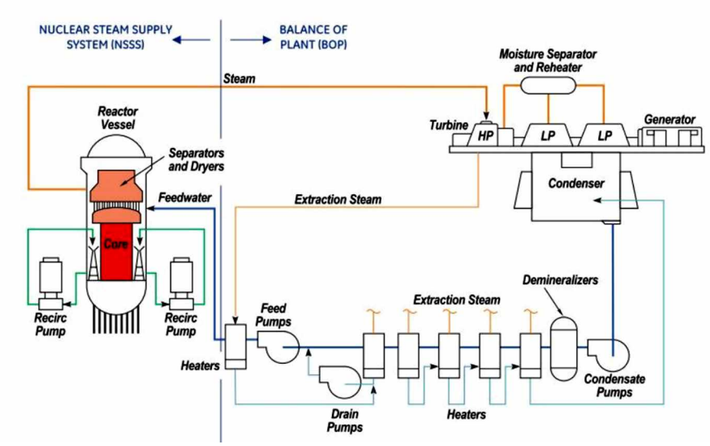
1. Ustawa z dnia 21 grudnia 2000 r. o dozorze technicznym (Dz.U. 2000 nr 122 poz. 1321).
2. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 17 grudnia 2013 r. w sprawie rodzajów urządzeń technicznych podlegających dozorowi technicznemu w elektrowni jądrowej (Dz.U. 2014 poz. 111).
3. Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 20 maja 2016 r. w sprawie warunków technicznych dozoru technicznego dla urządzeń technicznych lub urządzeń podlegających dozorowi technicznemu w elektrowni jądrowej (Dz.U. 2016 poz. 909).
4. Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe (Dz.U. 2001 nr 3 poz. 18).
5. Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 31 sierpnia 2012r. w sprawie wymagań bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej, jakie ma uwzględniać projekt obiektu jądrowego (Dz.U. 2012 poz. 1048).
6. Georgiapower: Vogtle media resources https://vogtlegallery.georgiapower.com/vogtle-photos/2023_05/IMG_3657.jpg [dostęp 08.2025].
7. MPR News (Minnesota Public Radio): Despite no new plants, Minn. company still part of the nuclear process https://www.mprnews.org/story/2011/04/15/nuclear-crane-hutchinson [dostęp: 08.2025].
8. Holtec's Davit Crane for Decommissioning Structurally-Challenged Fuel Pool Enclosure Buildings in Nuclear Plants https://holtecinternational.com/products-and-services/innovative-technologies/davit-crane [dostęp 08.2025].
9. RELL: REEL is involved at all key stages of the fuel cycle https://www.reelinternational.com/en/industries/nuclear [dostęp 08.2025].
10. NUCLEAR.PL: OPG z zezwoleniem na budowę bloku GE-Hitachi BWRX-300 w Darlington https://nuclear.pl/wiadomosci,news,25040501,0,0.html [dostęp 08.2025].
11. Report on the assessment of tritium term sources and on the different types of barrier against tritium permeation relevant for fusion and fission Reactors TRANSAT - D1.1 - Issued on 2019-04-11 18:51:45 by ENEA strona 15. https://transat-h2020.eu/wp-content/uploads/2020/04/TRANSAT_D1_1.pdf [dostęp 08.2025].

(MHD) in Boiling Water Reactors (BWR)

ORLEN Synthos Green Energy has announced plans to build small modular reactors (SMRs) of the BWRX-300 type by 2050, with the first unit in Poland expected to be commissioned by 2030. The technology is provided by GE Hitachi Nuclear Energy (GEH). The inaugural BWRX-300 reactor is scheduled to become operational in 2028 in Darlington, Canada. The design is a streamlined evolution of the 1,520 MWe ESBWR reactor, which is licensed by the U.S. Nuclear Regulatory Commission (NRC).

At this stage, due to the absence of detailed design specifications, it is not yet possible to describe the material handling devices solutions intended for this type of SMR facility.

The BWRX-300 is a boiling water reactor (BWR). Given the reactor's design, the steam that drives the turbine generator can, under certain conditions, become radioactive. Therefore, the overhead crane operating above the generator - unlike cranes installed above turbine generators in pressurized water reactors (PWRs) - should comply with the nuclear safety requirements set out in the Regulation on Equipment for Nuclear Power Plants [2], similarly to the polar crane.



Rys. 10. Schemat technologiczny reaktora BWR [11]]
Fig. 10. Process diagram of a BWR reactor [11]

Summary

This article presents key considerations related to material handling devices (MHD) from the perspective of Polish technical inspection regulations, in light of the country's growing investment in the nuclear energy sector.

Overhead lifting equipment (OLE), particularly the four main crane systems discussed, constitute components important to safety, as they play a significant role in ensuring safe and reliable operation of nuclear facilities. However, they are generally not classified as safety-related (in U.S. NRC terminology: basic components), since they are not involved in the continuous operation of the plant. Their use is typically limited to specific operational phases, such as plant construction, refuelling campaigns, or maintenance outages - periods during which the potential risk of hazardous or critical events is considerably lower.

References:

1. Act of 21 December 2000 on Technical Inspection (Journal of Laws 2000, No. 122, item 1321).
2. Regulation of the Council of Ministers of 17 December 2013 on the types of technical equipment subject to technical inspection in a nuclear power plant (Journal of Laws 2014, item 111).
3. Regulation of the Minister of Development of 20 May 2016 on the technical requirements for technical equipment or equipment subject to technical inspection in a nuclear power plant (Journal of Laws 2016, item 909).
4. Act of 29 November 2000 Atomic Law (Journal of Laws of 2001, No. 3, item 18).
5. Regulation of the Council of Ministers of 31 August 2012 on nuclear safety and radiological protection requirements to be taken into account in the design of a nuclear facility (Journal of Laws 2012, item 1048).
6. Georgiapower: Vogtle media resources https://vogtlegallery.georgiapower.com/vogtle-photos/2023_05/IMG_3657.jpg [accessed: 08.2025].
7. MPR News (Minnesota Public Radio): Despite no new plants, Minn. company still part of the nuclear process https://www.mprnews.org/story/2011/04/15/nuclear-crane-hutchinson [accessed: 08.2025].
8. Holtec's Davit Crane for Decommissioning Structurally-Challenged Fuel Pool Enclosure Buildings in Nuclear Plants https://holtecinternational.com/products-and-services/innovative-technologies/davit-crane[accessed: 08.2025].
9. RELL: REEL is involved at all key stages of the fuel cycle https://www.reelinternational.com/en/industries/nuclear [accessed: 08.2025].
10. NUCLEAR.PL: OPG z zezwoleniem na budowę bloku GE-Hitachi BWRX-300 w Darlington https://nuclear.pl/wiadomosci,news,25040501,0,0.html [accessed: 08.2025].
11. Report on the assessment of tritium term sources and on the different types of barrier against tritium permeation relevant for fusion and fission Reactors TRANSAT - D1.1 - Issued on 2019-04-11 18:51:45 by ENEA strona 15. https://transat-h2020.eu/wp-content/uploads/2020/04/TRANSAT_D1_1.pdf [accessed: 08.2025].