

DZIAŁALNOŚĆ WANO – ŚWIATOWEGO STOWARZYSZENIA OPERATORÓW ELEKTROWNI JĄDROWYCH

Dariusz Witold Kulczyński



Powstanie WANO i jego cele

Po katastrofie w EJ Czarnobyl, firmy eksploatujące elektrownie jądrowe na całym świecie postanowiły powołać Światowe Stowarzyszenie Operatorów Elektrowni Jądrowych (WANO – World Association of Nuclear Operators). Celem działalności stowarzyszenia jest dążenie do osiągnięcia najwyższych możliwych standardów bezpieczeństwa w eksploatacji elektrowni jądrowych. Stowarzyszenie promuje tzw. „kulturę otwartości” i ścisłą współpracę wszystkich jej członków w realizacji celów stowarzyszenia, które jest organizacją niedochodową i pozarządową.

WANO realizuje cztery główne programy na które składają się: organizowanie wizyt ewaluacyjnych w elektrowniach (Peer Reviews), gromadzenie i udostępnianie doświadczeń eksploatacyjnych (Operating Experience), udzielanie pomocy technicznej i wymiana ekspertyzy (Technical Support and Exchange) i wreszcie prowadzenie szeroko pojętego szkolenia zawodowego (Professional and Technical Development).

Ponieważ w ramach WANO pracują eksperci na co dzień zatrudnieni przy eksploatacji i remontach elektrowni jądrowych, już kilkanaście lat temu sformułowano podstawowe zasady („narzędzia”) unikania incydentów tzw. Event Free Tools, które następnie rozszerzono także na prace inżyniersko-techniczne, związane z przygotowaniem dokumentacji itd.⁰. Termin „Event Free Tools” - Narzędzia Eliminacji Incydentów (czy też „zdarzeń”) – polegają na przedstawieniu zdarzenia jako ciągu logicznie powiązanych sytuacji, których analiza pozwoli uniknąć w przyszłości niepożądanych incydentów w pracy tej i innych elek-

trawni jądrowych. Podczas wizyt ewaluacyjnych eksperci WANO zwracają pilną uwagę na stosowanie tych zasad, czy też „narzędzi” przez personel elektrowni jądrowych.

Historia i ludzie WANO

Przygotowania do utworzenia Światowego Stowarzyszenia Operatorów Elektrowni Jądrowych trwały prawie trzy lata (od lipca 1986 r.). Wzięli w nich udział późniejsi wysocy urzędnicy tego stowarzyszenia tacy jak: Zack Pate, Lord Walter Marshall of Goring i Nikolai Łukonin, których krótkie życiorysy przedstawiono poniżej.



Fot. 1. Dr Zack Pate (<http://www.wano.info/en-gb>)

Dr Zack Pate ukończył Akademię Marynarki Wojennej USA w 1958 r., a w 1970 r. obronił doktorat w dziedzinie inżynierii jądrowej na znanym Uniwersytecie Massachusetts Institute of Technology (MIT). Od 1958 do 1980 r. służył w Marynarce Wojennej USA, jako główny inżynier i kapitan łodzi podwodnych z napędem atomowym. W latach 1977-1980 był asystentem admirała Hymana Rickover’a, o którym już pisano na tych łamach.

Podczas przewodniczenia WANO, dr Pate wprowadził, opisane w dalszej części artykułu, standardowe wskaźniki jakości pracy elektrowni jądrowych.

Walter Marshall był absolwentem Uniwersytetu w Birmingham i uzyskał doktorat w dziedzinie nauk matematyczno-fizycznych. W początku lat osiemdziesiątych przewodniczył Radzie Nadzorczej Energetyki Wielkiej Brytanii (Central Electricity Generating Board), której podlegały również wszystkie brytyjskie elektrownie jądrowe. Tytuł "Lord Marshall of Goring" otrzymał na skutek rekomendacji premier Margaret Thatcher w uznaniu za zasługi podczas długotrwałych strajków górników w latach 1984-1985. Pomimo braku węgla w wielu elektrowniach, pod jego kierunkiem brytyjska sieć pracowała prawidłowo i nie było przerw w dostawach energii elektrycznej. W. Marshall doprowadził do prywatyzacji i wprowadzenia w Zjednoczonym Królestwie tzw. „rynkowych” cen elektryczności, nieregulowanych tylko ustalanych na zasadzie popytu i podaży. W praktyce pełna deregulacja rynku elektryczności okazała się niemożliwa, ale model brytyjski został powtórzony w innych jurysdykcjach w Europie i na świecie. Niektórzy analitycy oceniają, że w wyniku tego procesu ceny elektryczności w Anglii wzrosły o 250%. Marshall był pierwszym prezesem WANO. Do jego osiągnięć należy włączenie radzieckich specjalistów jądrowych do wizyt ewaluacyjnych (Peer Reviews). Lord Marshall zmarł w 1996 r.

Nikolai Łukonin był radzieckim ministrem energii atomowej w drugiej połowie lat osiemdziesiątych. Po katastrofie reaktora RBMK-1000 w EJ Czarnobyl (blok 4) Łukonin wprowadził bardziej rygorystyczne standardy w elektrowniach jądrowych na terenie ZSRR oraz wycofał z realizacji projekty sześciu nowych reaktorów RBMK uważanych za zbyt niebezpieczne.

W dniu 15 maja 2014 r. minęła 25. rocznica pierwszego posiedzenia WANO w Moskwie. Odkonano je w klimacie "Pierestrojki" i "Głasności" w oczekiwaniu ostatecznego zakończenia Zimnej Wojny. Nie jest wykluczone, że groza skutki awarii w EJ Czarnobyl podziałały na polityków po obu stronach "Żelaznej Kurtyny", jako swoisty „katalizator pokonania podziałów politycznych”, co wykreowało znamieny rok 1989, rokiem wielkich zmian. Jeszcze kilka lat wcześniej organizacja taka jak WANO, zrzeszająca specjalistów jądrowych ze Wschodu i Zachodu, byłaby absolutnie nie do pomyslenia. Przypomnijmy, że dokładnie w czasie pierwszego posiedzenia WANO w Moskwie, w Polsce "Komitet Obywatelski – Solidarność" przygotowywał się do wygrania czerwcowych wyborów w atmosferze powszechnej euforii ze zwycięstwa demokracji.

Światowa siedziba WANO znajduje się w Londynie (Wielka Brytania) z oddziałem w Hong Kongu, a działa poprzez cztery centra regionalne zlokalizowane w Atlancie, stan Georgia (USA), w Moskwie, w Paryżu i w Tokio.



Fot. 2. Ken Ellis - dyrektor zarządzający WANO w Londynie (Wielka Brytania)

We władzach WANO zasiada obecnie dwóch Kanadyjczyków. Dyrektorem zarządzającym WANO w Londynie jest Ken Ellis, absolwent renomowanej Królewskiej Kanadyjskiej Akademii Wojskowej w Kingstons, Ontario. Ellis rozpoczął karierę przeszło 31 lat temu w el. Bruce posiadającej 8 bloków systemu CANDU¹, każdy ok. 850 MW(e). Ta obecnie największa na świecie elektrownia jądrowa jest położona nad Jeziorem Huron w prowincji Ontario w Kanadzie. Początkowo była ona eksploatowana przez państwową firmę Ontario Hydro, a od 2001 r. przez prywatnego operatora Bruce Power, gdzie Ken Ellis zajmował szereg wysokich stanowisk w nadzorze ruchu, dozorcze technicznym i w dziale remontów bieżących.



Fot. 3. WANO Londyn



Fot. 4. Tom Mitchell – prezes Rady Nadzorczej centrum WANO w Atlancie (GA, Stany Zjednoczone)

Radzie Nadzorczej centrum WANO w Atlancie przewodniczy Tom Mitchell, prezes wykonawczy państwowej firmy energetycznej OPG, tj. Ontario Power Generation Inc. (dawniej Ontario Hydro). Firma zaspokaja prawie 60% zapotrzebowania na energię elektryczną w Prowincji Ontario i eksploatuje dwie elektrownie systemu CANDU w Pickering i Darlington o łącznej mocy netto ponad 6,500 MW(e). Urodzony i wykształcony w USA Tom Mitchell jest absolwentem znanego uniwersytetu Cornell oraz uniwersytetu im. George'a Washington'a. Od przeszło 30 lat pracuje w przemyśle jądrowym w USA i w Kanadzie, kierował też różnymi programami INPO², a następnie WANO. W 2011 r. pod jego przewodnictwem komisja WANO prowadziła prace związane z ustaleniem przyczyn katastrofy w elektrowni jądrowej Fukushima Daiichi i wprowadzeniem zmian technicznych we wszystkich elektrowniach atomowych na świecie, tam gdzie było to wymagane. Kierowana przez Tom'a Mitchell'a Komisja doprowadziła również do zmian w strukturze organizacji samego WANO.



Fot. 5. WANO and INPO Atlanta

Polska jest członkiem - założycielem WANO, które powstało w czasach budowy elektrowni jądrowej w Żarnowcu (zaniechanej pod koniec 1989 r.). Polscy energetycy uczestniczyli w kilku wizytach ewaluacyjnych tj. szeroko pojętych przeglądach pracy elektrowni (Peer Review). Wspomnianą elektrownię jądrową w Bruce wizytował na przykład mgr inż. Jacek Baurki. Choć Polskę dzieli wiele lat od synchronizacji pierwszego bloku jądrowego to już obecnie udział w wizytach ewaluacyjnych umożliwia zapoznanie się z najlepszymi rozwiązaniami prowadzenia ruchu i remontów w elektrowniach na świecie i może korzystnie wpłynąć na jakość realizowanego obecnie Programu Polskiej Energetyki Jądrowej.



Fot. 6. WANO Paryż

Wskaźniki jakości pracy elektrowni jądrowych

Przed zapoznaniem się ze szczegółami wizyt ewaluacyjnych "WANO Peer Review" warto przyjrzeć się pewnej standaryzacji wskaźników w elektrowniach jądrowych. Nie wszędzie na świecie są one grupowane jednakowo, ale z reguły można wyodrębnić wskaźniki mające wpływ na bezpieczeństwo pracy elektrowni jądrowej, jej niezawodność, skuteczność pracy personelu i kadry kierowniczej oraz minimalizację kosztów wytwarzania przy zachowaniu wysokich standardów³. Typowe wskaźniki mające wpływ na bezpieczeństwo pracy elektrowni to:

- index wszystkich uszkodzeń ciała (obrażeń) personelu wyrażony jako ułamek i wyrażony w procentach Index Ochrony Środowiska.

Jeżeli chodzi o wskaźniki niezawodności pracy elektrowni to można tu wymienić:

- współczynnik wykorzystania mocy zainstalowanej (%),
- stopę wymuszonego przestoju bloków (%),
- długość przestojów planowych (podawaną w dniach),
- ilość wystawionych i jeszcze niezakończonych poleceń prac na usuwanie usterek sprzętu podczas ruchu bloku (na blok),

- ilość wystawionych i jeszcze niezakończonych poleceń na roboty korekcyjne nie dotyczące usterek sprzętu podczas ruchu bloku (na blok),
- indeks jakości pracy elektrowni jądrowej (wyliczony według zatwierdzonego algorytmu),
- wreszcie produkcję energii elektrycznej netto (podawaną w TWh).

W dziedzinie kosztów wytwarzania oblicza się wskaźnik jakości cyklu termicznego (%), a skuteczność pracy personelu mierzy się długością pracy elektrowni bez niepożądanych incydentów związanych z błędami personelu (także w połączeniu z weryfikacją bezpiecznej i niezawodnej pracy instalacji oraz monitorowaniem sprawności sprzętu). Następnie dodaje się wszystkie incydenty w ciągu roku kalendarzowego⁴.

Fundamentem Bezpieczeństwa Jądrowego w elektrowniach jądrowych jest zasada “Trzech C” – Control-Cool-Contain (Reguluj-Chłódź-Lokalizuj). Moc reaktora musi być zawsze pod kontrolą, jego rdzeń musi być zawsze chłodzony, promieniowanie i skażenia radioaktywne muszą być ograniczane (lokalizowane). Stosowaniu się do tych zasad sprzyja tzw. “Zdrowa Kultura Bezpieczeństwa Jądrowego”, która według WANO musi posiadać następujące atrybuty: odpowiedzialność osobistą personelu, umiejętność zadawania pytań, zwracanie uwagi na bezpieczeństwo, odpowiedzialność kierownictwa, podejmowanie odpowiednich decyzji, respektowanie wszystkich pracowników, ciągłe uczenie się, identyfikacja i rozwiązywanie problemów, promowanie komunikowania zastrzeżeń, odpowiednie procesy wykonywania prac⁵.



Fot. 7. WANO Moskwa

Wizyty ewaluacyjne WANO – Peer Reviews

W elektrowniach jądrowych i członkowskich WANO wizyty ewaluacyjne “Peer Reviews” odbywają się co dwa lub trzy lata. Wizyta polega na ocenie, czy istnieją znaczące różnice w stosunku do najlepszych standardów ener-

getyki jądrowej (significant industry deltas identification) i określenie dziedzin i obszarów w jakich wymagana jest poprawa (Areas For Improvement – AFI’s). Przy kolejnych wizytach oceniane są postępy w podniesieniu standardów w wyszczególnionych dziedzinach.

Drużyna ekspertów WANO składa się z 20 do 25 specjalistów z całego świata posiadających duże doświadczenie w ocenianych przez nią dziedzinach. Mechanika wizyt ewaluacyjnych polega na obserwowaniu personelu inżynierskiego, ruchowego i remontowego elektrowni jądrowej wykonującego swoje codzienne zadania. Obserwowane są zachowania pracowników; z niektórymi przeprowadzane są wywiady przy całkowitym zachowaniu anonimowości respondentów w przygotowanych na podstawie tych wywiadów raportach. Obserwacja pracy personelu pozwoli zgromadzić istotne dane i stwierdzić czy zgodne są z założonymi standardami.

Prześledźmy zatem jak wygląda typowy schemat wizyt ewaluacyjnych WANO w kanadyjskich elektrowniach jądrowych:

1. Czterodniowa wizyta wstępna (symulator):
 - a) ocena symulatora reaktora i scenariuszy ruchowych, które można na nim ćwiczyć. Szkolenie na symulatorze obejmuje na przykład: uruchomienie bloku, odstawienie bloku oraz prawidłową, szybką reakcję operatora pulpitu sterowniczego podczas stanu niestabilnego (Transient),
 - b) ocena ćwiczeń czynności obchodowego bloku i nastawniczych (operatorów) nastawni blokowej (Control Room activities).
2. Czterodniowa wizyta wstępna (elektrownia jądrowa),
 - a) ocena stanu urządzeń i postępowania personelu w strefach radiologicznych 1, 2, 3 (biurowiec, budynek maszynowni, budynek reaktora, itd.),
 - b) wywiady z dyrekcją elektrowni jądrowej, z wybranym personelem dozoru technicznego i brygad operatorów oraz z pracownikami brygad remontowych,
 - c) przygotowania do wizyty głównej i ustalenie dziedzin/obszarów do ewaluacji (focus areas).
3. Dziesięciodniowa wizyta ewaluacyjna WANO:
 - a) obserwowanie pracy elektrowni jądrowej i jej personelu przez 20 do 25 ewaluatorów WANO,
 - b) gruntowny przegląd źródeł informacji na temat pracy elektrowni (takich jak instrukcje, zapisy chronologiczne itd.),
 - c) identyfikacja problemów charakterystycznych dla ocenianej elektrowni jądrowej,
 - d) wyszczególnienie dziedzin i obszarów wymagających poprawy (AFIs – Areas For Improvement),
 - e) wyszczególnienie dziedzin/obszarów stanowiących mocne strony ocenianej elektrowni jądrowej.

Aby wymieniony schemat wizyty WANO był bardziej zrozumiały warto uświadomić sobie jakie dziedziny pracy elektrowni jądrowej są brane pod lupę ewaluatorów. Przy analizie każdej z tych dziedzin ocenia się tak profesjonalizm pracowników, jak i efektywność kadry kierowniczej.

Dziedziny (Dyscypliny) funkcjonalne podlegające ocenie to:

- eksploatacja (prowadzenie ruchu),
- utrzymanie ruchu (naprawy bieżące, remonty),
- niezawodność urządzeń i sprzętu,
- kontrola konfiguracji systemów i ich modyfikacji,
- chemia płynów roboczych,
- działalność inżynieryjna,
- ochrona radiologiczna i szkolenie⁷.

Obszary między-dyscyplinarne podlegające ocenie to:

- koncentracja na najważniejszych aspektach ruchowych,
- kontrola i planowanie prac,
- niezawodność urządzeń i sprzętu,
- bezpieczeństwo radiologiczne,
- poprawa jakości pracy sprzętu i personelu,
- doświadczenia eksploatacyjne,
- efektywność organizacji,
- ochrona przeciw-pożarowa,
- dobre przygotowanie personelu do opanowywania awarii⁸.

Ewaluatorzy WANO zwracają szczególną uwagę na szereg aspektów pracy personelu. Analizie poddawane są kwestie takie jak: stosowanie się do podstawowych zasad ("narzędzi") unikania incydentów (use of Event Free Tools), jakość instrukcji (słownych) przed rozpoczęciem pracy według polecenia, jakość raportów dotyczących danego polecenia wprowadzanych do systemu informacji elektrowni jądrowych, znajomość procedur i umiejętność korzystania z nich, stosowanie się do zasad bezpieczeństwa konwencjonalnego i radiologicznego, stan fizyczny elektrowni, porządek i ochrona przeciwpożarowa, kontrola chemikaliów, obserwowanie personelu i instruktaż udzielany mu przez brygadzystów i kierowników, jakość procedur, stosowanie właściwych praktyk przy pracy, posługiwanie się narzędziami, przestrzeganie norm i standardów, raporty o przyczynach pierwotnych incydentów, samoocena pracowników i wreszcie raporty dotyczące pewnych danych statystycznych (np. trendów incydentów, wypadków itd.).



Fot. 8. WANO Tokyo

Format ewaluacji WANO i raporty

Wybrane przykładowo dziedziny, które mogą być oceniane podczas wizyty ewaluacyjnej WANO to: posługiwanie się instrukcjami eksploatacyjnymi i procedurami przez nastawniczych i obchodowych bloków (operatorów), posługiwanie się procedurami przez personel remontowy, chemia pierwotnego systemu chłodzenia, chemia systemów chłodzenia wtórnego, kontrola skażeń i dawki otrzymanej przez personel oraz kontrola populacji pasożytniczych małż pasiastych na ujęciu wody chłodzącej ('Zebra Mussels'). Ocena każdej dziedziny/obszaru odbywa się według tego samego schematu: definicja dziedziny/obszaru gdzie wymagana jest poprawa (AFI – Area for Improvement), przyjęty Wzór Doskonałości (Picture of Excellence), co dana elektrownia robi poprawnie w tej dziedzinie, co dana elektrownia zrobiła, żeby poprawić wyniki w wymaganych obszarach (rezultaty oraz poprawa bieżąca).

Na zakończenie wizyty ewaluacyjnej Peer Review odbywa się zebranie ekipy ekspertów z dyrekcją danej elektrowni jądrowej (Exit meeting) i wkrótce po tym ewaluatory przekazują dyrekcji raport wstępny (Interim Report). Po dwóch miesiącach od wizyty ewaluacyjnej WANO wydaje raport końcowy (Final Report) zawierający ocenę elektrowni jądrowej. Na podstawie tego raportu dyrekcja wdraża programy korekcyjne. Efektywność tych programów jest oceniana podczas kolejnej wizyty WANO za dwa lub trzy lata. Tak działa mechanizm stałego doskonalenia pracy elektrowni jądrowych. Raporty z wizyt ewaluacyjnych WANO są własnością firmy, do której należy oceniana elektrownia jądrowa i nie są upubliczniane.

WANO nie spełnia roli regulatora energetyki jądrowej. Każde państwo, na terenie którego umiejscowione są elektrownie jądrowe ma własne agencje rządowe do tego powołane. Dla porównania, w Kanadzie regulatorem sektora jądrowego jest Kanadyjska Komisja Bezpieczeństwa Jądrowego CNSC (Canadian Nuclear Safety Commission), w USA działa Komisja Regulacyjna Przemysłu Jądrowego NRC (Nuclear Regulatory Commission), a według polskiej ustawy "Prawo atomowe" organem regulacyjnym jest Prezes Państwowej Agencji Atomistyki. Urzędy regulacyjne energetyki jądrowej posługują się rozbudowanym aparatem matematycznym, inżynieryjnym i prawnym w celu auryzacji szczegółowych procedur oraz wydawania lub cofania odpowiednich zezwoleń (licencji). Natomiast WANO koncentruje się na ocenie pracy personelu i stosowania się do przyjętych standardów. Stosunkowo wcześniej zauważono, że zdecydowana większość wypadków w przemyśle jądrowym była spowodowana błędem ludzkim. Z pewnością potwierdzają to wydarzenia takie jak awaria w Three Mile Island (1979 r.) i katastrofa w Czarnobyl (1986 r.). Chociaż awaria w Fukushima (2011 r.) była spowodowana dość ekstremalnymi czynnikami fizycznymi, późniejsza analiza dokonana przez ekspertów Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (IAEA – International Atomic Energy Agency) oraz WANO wykazała, że personel tak elektrowni, jak i dozoru jądrowego popełnił wiele ra-

żących błędów zarówno przed, jak i w czasie katastrofy. Doprowadziło to do utworzenia nowego urzędu regulacji energetyki jądrowej w Japonii (NRA – Nuclear Regulation Authority). Poprzednio bezpieczeństwem jądrowym w Japonii zajmowały się dwie różne agencje rządowe: Komisja Bezpieczeństwa Jądrowego (NSC – Nuclear Safety Commission) oraz Przemysłowa Agencja Bezpieczeństwa Pracy (ISA – Industrial Safety Agency). W wyniku awarii w Fukushima, WANO koordynowało także przegląd systemów bezpieczeństwa (w tym zasilania rezerwowego) we wszystkich elektrowniach jądrowych na świecie. Wnioski zostały przekazane odpowiednim urządzeniom regulacyjnym.

mgr inż. Dariusz Witold Kulczyński,
Kanada

NOTKA O AUTORZE

mgr inż. Dariusz Witold Kulczyński jest absolwentem VI LO im. Tadeusza Reytana. Ukończył Wydział Elektryczny Politechniki Warszawskiej w 1977 r. Od 1981 r. przebywa w Kanadzie, gdzie pracuje w pionie technicznym elektrowni jądrowych z ciężko-wodnymi reaktorami CANDU. O energetyce jądrowej pisał w artykułach opublikowanych w „Wiadomościach Elektrotechnicznych”, „Gazecie Wyborczej”, „Postępiech Techniki Jądrowej”, „Biuletynie Radiologicznym”, witrynie CIRE i w Nuclear Engineering International (UK).

Autor artykułu przez 6 lat pracował w szkoleniu i w elektrowni jądrowej NPD w Rolphton, a przez kolejne 27 lat w elektrowni Darlington (4 x 930 MWe). Należy do osób czynnie włączających się w dyskusję o energetyce jądrowej w Polsce. Wygłosił w Polsce szereg wykładów; był m.in. prelegentem na konferencji NOT „Rozwój energetyki atomowej w Polsce” w grudniu 2007 r. i na II Kongresie Energetyki Jądrowej na Politechnice Warszawskiej 22-24 maja, 2012. Dwukrotnie wygłaszał także referaty na Konferencjach Gospodarczych Polonii (2004 i 2012). Jest autorem przeglądu Programu Polskiej Energetyki Jądrowej dla Nuclear Engineering International Magazine (artykuł „Planning for a Nuclear Poland” NEI, April, 2014)

Literatura:

- [1] <http://www.inpo.info/AboutUs.htm>
- [2] <http://www.wano.info/en-gb>
- [3] <http://www.wano.info/en-gb/programmes/peerreviews>
- [4] WANO Peer Review, a check on our journey to excellence 2014 (brochure)
- [5] “Planning for a nuclear Poland” by D. W. Kulczyński, Nuclear Engineering International, April 2014 (www.neimagazine.com)

Przypisy

- Event Free Tools: Pre-job Briefings/Post-Job De-briefings, Procedure Use & Adherence, Self Check, 3-way communications, Questioning Attitude, Conservative Decision Making. For knowledge work, additionally: Validate Assumptions, Peer Review/Verification, Precision in Communications/Signature. Instruktaż przed i po wykonaniu pracy, stosowanie się do procedur, samo-sprawdzanie się, przekazywanie informacji: wiadomość nadana, powtórzenie jej przez odbiorcę, potwierdzenie dobrego zrozumienia wiadomości przez jej nadawcę, zadawanie odpowiednich pytań, podejmowanie konserwatywnych decyzji (tzn. takich z dużym zapasem bezpieczeństwa). Dodatkowo dla pracy umysłowej wyszczególnia się: potwierdzenie założeń, przegląd i weryfikację dokumentacji przez kwalifikowane osoby (inne niż autor), precyzję wymiany informacji oraz znaczenie złożenia własnego podpisu na dokumencie.
- CANDU (PHWR) – Canada-Deuterium-Uranium (Pressurized Heavy Water Reactor) – reaktor ciśnieniowy chłodzony i moderowany ciężką wodą, jako paliwo stosuje się uran naturalny (niewzbogacony)
- INPO – Institute of Nuclear Power Operations
- Safety, Reliability, Human Performance, Value for Money
- All injury rate, Environmental Index, Capability Factor, Forced Loss Rate, Planned Outage Performance (Days), Online Deficient Maintenance Backlog (work orders/unit), Online Corrective Maintenance Backlog (work orders/unit), Nuclear Performance Index, Net Electrical Production (TWh), Thermal Performance Indicator (%), Station Event-Free Day Resets
- Healthy Nuclear Safety Culture and its 10 traits: Personal Accountability, Questioning Attitude, Safety Communication, Leadership Accountability, Decision Making, Respectful Work Environment, Continuous Learning, Problem Identification and Resolution, Environment for Raising Concerns, Work Processes
- Operations, Maintenance, Chemistry, Engineering, Radiological Protection, Training
- Operational Focus, Work Management, Equipment Reliability, Configuration Management, Radiation Safety Performance Improvement, Operating Experience, Organizational Effectiveness, Fire Protection, Emergency Preparedness