

MUTSU

Krzysztof Rzymkowski

Streszczenie: Opisano historię japońskiego eksperymentalnego statku MUTSU z napędem jądrowym.

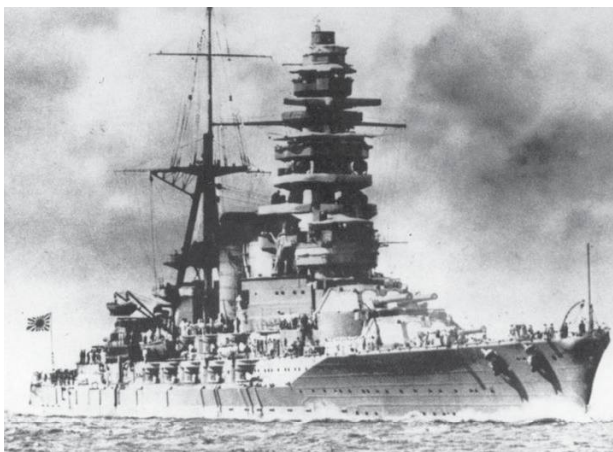
Abstract: History of Japanese experimental ship MUTSU with nuclear propulsion is described.

Słowa kluczowe: statek z napędem jądrowym, napęd jądrowy, statek MUTSU

Keywords: nuclear ship, nuclear propulsion, sship MUTSU

Japonia była pierwszym krajem, który bezpośrednio doświadczył ogromnej siły niszczącej energii jądrowej. Mimo to w roku 1954 rozpoczęto wdrażanie kompleksowego długoterminowego programu badań nad rozwojem i wykorzystaniem energii jądrowej (*Programme for Research, Development and Utilisation of Nuclear Energy*) w oparciu o ustawę - Prawo atomowe. Program ten był wielokrotnie modyfikowany. Władzom państwowym zależało na uzyskaniu szerokiej akceptacji społecznej dla nowego sposobu pozyskiwania energii, jak również wzmocnieniu międzynarodowego wizerunku Japonii, jako Państwa rozwijającego nowoczesne technologie.

Oprócz bardzo dynamicznego rozwoju energetyki jądrowej, od początku wdrażania programu prowadzono na szeroką skalę badania naukowe w licznych ośrodkach uniwersyteckich (między innymi w Tokyo i Kyoto) oraz w wielu korporacjach przemysłowych (Hitachi, Mitsubishi, Toshiba), posiadających własne reaktory doświadczalne, zastawy krytyczne i akceleratory.



Fot. 1 Pancernik MUTSU ([Wikipedia.org/wiki/files/japanese_battle_ship_Mutsu](http://wikipedia.org/wiki/files/japanese_battle_ship_Mutsu))

Phot. 1. Battle ship MUTSU

Projekt budowy statku o napędzie jądrowym

Pragnąc uzyskać doświadczenie w wykorzystaniu energii jądrowej w gospodarce morskiej, niezwykle istotnej ze względu na położenie geograficzne, Japońskie Stowarzyszenie Budowy Statków z Napędem Jądrowym (*Japan Nuclear Ship Research Association - JNSRA*) podpisało w 1961 r. kontrakt z Rządową Agencją Nauki i Tech-

niki (*Japanese Government Science and Technical Agency - JGSTA*) dotyczący projektu budowy statków z napędem jądrowym do badań oceanograficznych i transportowych jako jeden z projektów pokojowego wykorzystania energii jądrowej. Spodziewano się, że wykorzystanie w przyszłości statków z napędem jądrowym zamortyzuje szybko koszty poniesione w czasie budowy i badania prototypu.

Po zatwierdzeniu w sierpniu 1963 r. rządowego planu badań koniecznych do budowy statku o napędzie jądrowym powołano Japońską Agencję Badań i Rozwoju Statku o Napędzie Jądrowym (*Japan Nuclear Ship Research and Development Agency - JNSRDA*). Wykorzystując doświadczenia Japońskiego Instytutu Badań Jądrowych (*Japan Atomic Energy Research Institute - JAERI*) w ramach JNSRDA podjętej na podstawie decyzji rządu z sierpnia 1963 r., budowę doświadczalnego prototypu statku o napędzie jądrowym przeznaczonego do transportu ładunków specjalnych i szkolenia załóg do obsługi nowego rodzaju statków.



Fot. 2. Japoński statek doświadczalny z napędem jądrowym MUTSU (<http://jolisfukyu.tokai-sc.jaea.go.jp/fukyu/tayu/ACT95E/06/0601.htm>)

Phot. 2. Japanese experimental nuclear propulsion ship MUTSU

„MUTSU”

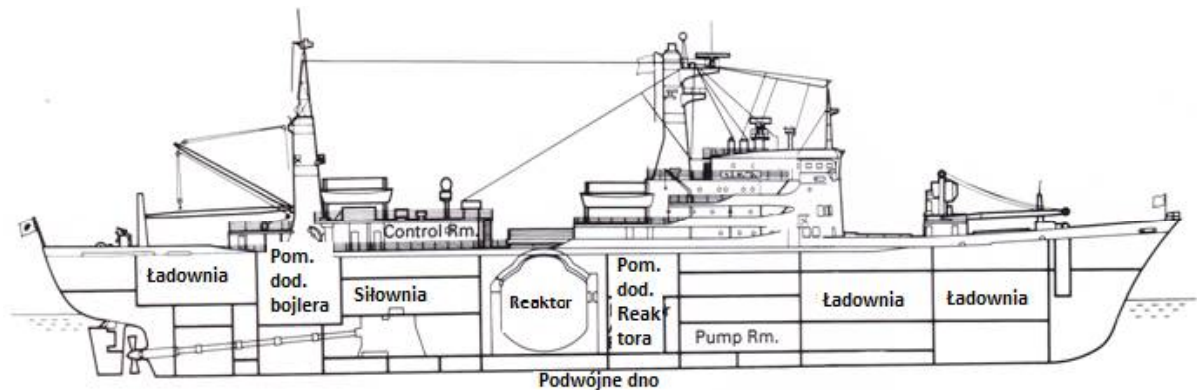
Nie zważając na starą tradycję żeglarską nadano statkowi wykorzystaną już w przeszłości nazwę MUTSU. Tradycja mówi, że z chwilą nadania statkowi nazwy otrzymuje on duszę i jest ona na zawsze związana z tym statkiem i nie powinno się jej używać dla innych nowych jednostek. (Francis Chichester pływał zawsze na jachtach o nazwie Gipsy Moth, ale zawsze z modyfikacją nazwy ostatnią to

Gipsy Moth IV). Statek noszący tą samą nazwę, co jego poprzednik będzie pechowy. Istotnie, sprawdziło się to w ciągu trzydziestoletniej historii MUTSU.

Pierwszym statkiem, a raczej okrętem noszącym nazwę MUTSU był pancernik zwodowany w maju 1920 r., po modernizacji w latach 30. wykorzystywany wraz z siostrzanym pancernikiem NAGATO w czasie II wojny światowej. Zatonął w 1943 r. w wyniku przypadkowego wybuchu na kotwiczowisku w pobliżu wyspy Hashirajima (nieдалеко Hirashimy).

Mutsu jest historyczną nazwą rejonu na północno zachodnim skraju wyspy Honshiu. W roku 1959 powstało z połączenia dwóch miejscowości Ohminato i Tanabu nowe miasto nazwane Mutsu. Leży ono nad zatoką Mutsu. Port Ohminato był pod koniec II wojny światowej główną bazą japońskiej floty cesarskiej, następnie bazą wykorzystywaną przez wojska amerykańskie, a obecnie jest portem Morskich Sił Samoobrony.

Port Ohminato (Ōminato) był portem macierzystym eksperymentalnego statku MUTSU.



Fot. 3. Japoński statek doświadczalny z napędem jądrowym MUTSU (JAERI)

Długość 130,00 m, szerokość 19,00 m, wysokość burty 13,20 m, tonaż brutto 8,242 t, główny silnik 10 000 KM, prędkość eksploatacyjna 16,5 węzła (Mn/h), załoga 80 osób, przewidywany zasięg bez uzupełniania paliwa przy wykorzystaniu napędu jądrowego 145 000 Nm, konstrukcja ze specjalnymi wymaganiami stabilności, systemów przeciw kolizyjnym i sztrandowania (awaryjne osiadanie na płyciźnie), automatyczny system radarowy, międzynarodowy morski system satelitarny

Phot. 3. Japanese experimental nuclear propulsion ship MUTSU

Length 130.00 m, breadth 19.00 m, depth 13.20 m, gross tonnage 8.242 t, main engine 10 000 ps, service speed 16.5 knots, crew 80 persons, cruising range with nuclear power 145,000 NM, structure special requirements for stability, anti-collision and stranding systems automatic radar system, international maritime satellite system



Fot. 4. Protest rybaków w porcie Ohminato, prefektura Aomori (gettyimages internet)

Phot. 4. Fishermen protest in Ohminato port, Aomori Prefecture

Realizacja programu

Do realizacji rządowego programu budowy statku z napędem jądrowym zaproszono szereg zagranicznych firm stoczniowych (np. Babcock&Wilcox, Westinghouse), jednakże nie podjęły one współpracy ze względu na bardzo ograniczony budżet projektu. Japońska Agencja Badań i Rozwoju Statku o Napędzie Jądrowym zdecydowała, bez zmiany warunków finansowych, powierzyć budowę statku

krajowym firmom stoczniowym. Budowę reaktora również miały wykonać firmy krajowe. Ostatecznie budowę kadłuba wraz z maszynownią i turbinami parowymi zlecono koncernowi Ishikawajima - Harima Heavy Industries Co., Ltd (IHI – rok założenia 1853), a budowę reaktora Mitsubishi Atomic Power Industries, Inc. Budowę kadłuba rozpoczęto w listopadzie 1968 r. w doku „Second Tokyo Factory” koncernu Ishikawajima w Tokyo. Statek został ochrzczony i zwodowany w czerwcu 1969 r., a następnie przeholowany do portu Ohminato w mieście Mutsu w prefekturze Aomori, gdzie ukończono jego wyposażenie i wbudowano reaktor.

Prace zakończono w czerwcu 1970 r. Przeprowadzono pełną kontrolę techniczną wszystkich urządzeń i rozpoczęto montaż reaktora, który zakończono w sierpniu 1972 r. We wrześniu załadowano paliwo jądrowe. Od chwili powstania planu budowy statku do jej zakończenia minęło 13 lat.

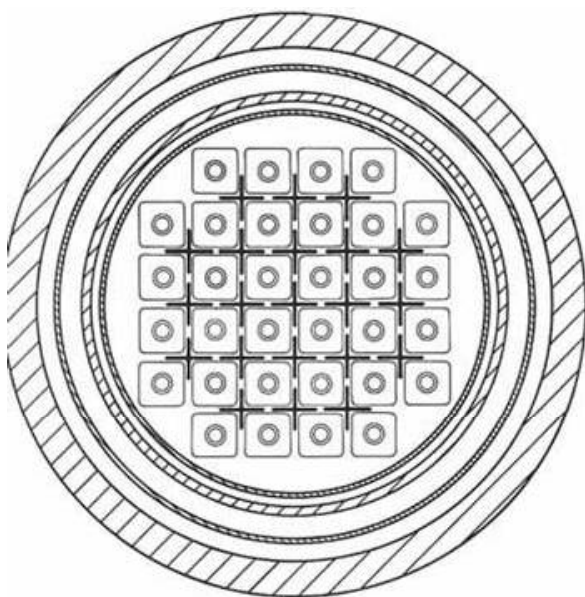
W wyniku protestów mieszkańców prefektury Aomori, przede wszystkim rybaków, wstrzymano próbną uruchomienie reaktora. Nadmienić należy, że obecnie nastawienie ludności do energii jądrowej uległo zmianie i w prefekturze Aomori budowany jest duży kompleks przemysłu jądrowego (zakłady przerobu paliwa, unieszkodliwiania odpadów, wzbogacania, składowisko odpadów nisko-aktywnych), Centrum Badań Jądrowych i Rozwoju oraz nowoczesna elektrownia jądrowa Higashi-Dori.

Po długim okresie negocjacji i prowadzeniu badań środowiskowych w pobliżu statku (badano poziom promieniowania w mieście i w zatoce, pojawienie się zanieczyszczeń radioaktywnych wody, gleby, dna zatoki) zdecydowano w roku 1974 przeprowadzić próbę uruchomienia reaktora na Oceanie Spokojnym w odległości 800 km na wschód od przylądka Shiriya (prefektura Aomori).



Fot. 5. Transportowanie MUTSU z portu Sasebo (Nagasaki) do portu Sekinehama (Aomori) (gettyimages internet)

Phot. 5. MUTSU transportation from Sasebo port (Nagasaki) to Sekinehama port (Aomori)



Fot. 6. Konfiguracja rdzenia reaktora Mutsu. Zestawy paliwowe (32) i pręty regulacyjne + (21). (http://www.maritime.org/tour/savannah/cv_04.php?pano=nr)

Phot. 6. Mutsu reactor core configuration. Fuel assemblies (32) and control rods + (21)

Pierwsza próba

Statek opuścił port Ohminato 26 sierpnia i już 28 sierpnia rozpoczęto próbę uruchomienia reaktora. Około godz. 17⁰⁰ w chwili osiągnięcia około 1,4 % założonej mocy uruchomił się alarm wskazujący wzrost poziomu promieniowania γ . Test przerwano.

Pojawił się jednak nowy problem. Władze miasta Mutsu, mieszkańcy i przedstawiciele przemysłu rybnego (w tym licznych spółek rybackich) nie wyrazili zgody na powrót statku do macierzystego portu Ohminato. Ostatecznie po kolejnych trudnych negocjacjach zakończonych 14 października statek wszedł do portu. Wyładowano paliwo jądrowe i rozpoczęto dyskusję nad dalszym losem projektu.

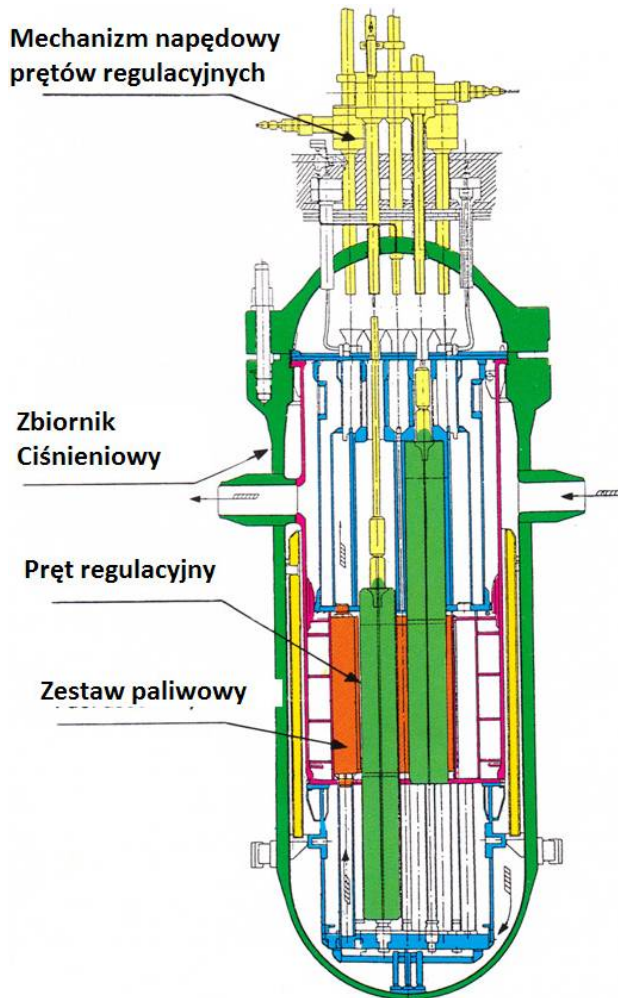
Bezpośrednio po wypadku rząd Japonii powołał specjalną Komisję Śledczą do Zbadania Nieszczelności Osłony Reaktora Mutsu. W maju 1975 r. Komisja przedstawiła raport w którym stwierdzono, że powodem wywołania alarmu było wykrycie wydostania się szybkich neutronów przez wadliwie zaprojektowaną osłonę reaktora. W tym czasie japońscy konstruktorzy nie posiadali doświadczenia w budowie osłon dla tego typu konstrukcji reaktorów. Błędem było niewykorzystanie ekspertyz wykonanych przez Koncern Westinghouse Electric, ostrzegających przed możliwością przeniknięcia promieniowania.

Statek i umieszczony w nim reaktor były projektowane i wykonywane przez różne firmy w różnym czasie. To sprawiło, że nie sprawdzono dokładnie spójności projektów i nie przeprowadzono kompleksowego badania skuteczności ekranowania. Trudności z powrotem statku do portu wynikały z nie zrozumienia przez prasę istoty problemu. Błędnie nagłośniono informację o wycieku radioaktywnym, a nie przeniknięciu promieniowania przez osłonę. Mimo zauważonych niedociągnięć Komisja jednak oceniła całość przedsięwzięcia za udaną i zaleciła kontynuację po wprowadzeniu koniecznych zmian.

Powołana przez Komisję Energii Atomowej w marcu 1975 r. Rada ds. Statków o Napędzie Jądrowym prześledziła plany i działalność Japońskiego Stowarzyszenia Budowy Statków z Napędem Jądrowym, inicjatora budowy statku MUTSU, dyskutowała na temat przyszłego rozwoju statków z napędem jądrowym. We wrześniu 1975 r. Rada przedstawiła sprawozdanie, w którym poparła kontynuację programu budowy statku o napędzie jądrowym wykorzystując oryginalny harmonogram dotyczący napędu jądrowego po przebudowie osłony reaktora. Zalecono uruchomienie programu badań stanowiących podstawę dla rozwoju reaktorów dla statków transportowych.

Opierając się na tej opinii Komisja Energii Atomowej postanowiła zaktualizować podstawowy plan budowy i badań statku oraz przedłużyć okres działalności Japońskiej Agencji Badań i Rozwoju Statku o Napędzie Jądrowym przewidywany początkowo do marca 1976 r.

Rządowa Agencja Nauki i Techniki i Ministerstwo Transportu powołały wspólnie Komitet Przeglądu i Napraw, którego zadaniem było zaktualizowanie planów Japońskiej Agencji Badań i Rozwoju Statku o Napędzie Jądrowym ze szczególnym uwzględnieniem bezpieczeństwa ekologicznego. Rząd Japonii podjął ostateczną decyzję o kontynuacji badań w grudniu 1975 r. Po zakończeniu badań część napędu jądrowego statku miała jednak zostać zlikwidowana.



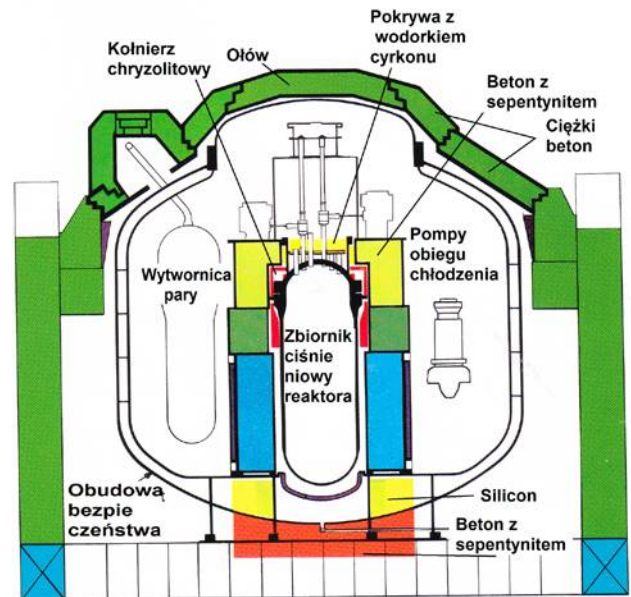
Fot. 7. Reaktor MUTSU (JAERI)
Phot. 7. MUTSU reactor

Modernizacja

W roku 1978 statek został przeholowany z portu Ohnaminato do portu Sasebo w Nagasaki, gdzie dotarł w październiku. Prace modernizacyjne reaktora i napędu jądrowego prowadzone przez Sasebo Heavy Industries trwały do roku 1982.

Modernizacja polegała na wymianie i dodaniu nowych wielowarstwowych osłon reaktora lepiej absorbujących promieniowanie neutronowe przez zastosowanie w nich specjalnych mieszanek betonowych zawierających minerały występujące w skałach, dodaniu wielostopniowych osłon polietylenowych. Modernizację poprzedziły żmudne i rozległe badania materiałowe.

Po zakończeniu modernizacji statek został w 1983 r. przetransportowany na specjalnej barce (pływający dok) przystosowanej do przewozu elementów wielkogabarytowych do portu Sekinehama, który stał się jego portem macierzystym. Port Sekinehama jest położony nad Oceanem Spokojnym, na wschód od miasta Mutsu.



Fot. 8. Reaktor MUTSU po modernizacji (JAERI)
Phot. 8. MUTSU reactor after modernization

Badania oceaniczne

Zgodnie z nowym planem badań oceanicznych statku opracowanym w 1985 r. przez Japoński Instytut Badań Jądrowych (JAERI) i zatwierdzonym przez rząd, prace przygotowawcze prowadzono aż do roku 1988. Dokonano rozległej kontroli wszystkich urządzeń statku. Statek otrzymał świadectwo kontroli z Agencji Nauki i Techniki oraz Ministerstwa Transportu. MUTSU został zarejestrowany, jako statek o napędzie atomowym. W czerwcu 1989 r. usunięto pływający dok i po kolejnej inspekcji załadowano (w maju) paliwo jądrowe do reaktora.

W marcu 1990 r. rozpoczęto statyczne i dynamiczne testy podzielone na sześć etapów. Pierwsze dwa etapy testów przeprowadzono w porcie do lipca, a następne cztery na oceanie zakończone w grudniu. Badania statyczne obejmowały sprawdzenie obiegów chłodzenia reaktora, wytwarzania pary oraz pracy turbin w warunkach zmiany mocy reaktora. Testy dynamiczne sprawdzały systemy automatycznej kontroli pracy reaktora, systemy obiegów wodnych, zmienność obciążenia reaktora przy manewrowaniu statkiem, systemy awaryjne, w tym szczególnie system samoczynnego wyłączenia reaktora. Badania przeprowadzono przy krokowej zmianie mocy reaktora od 0 do pełnej mocy 36 MWt. Przeprowadzone testy zgodnie z przyjętymi warunkami technicznymi potwierdziły założenia techniczne, wykazując w wielu miejscach duży margines bezpieczeństwa. Wszystkie dane, wszystkich eksperymentów były rejestrowane na taśmach magnetycznych. Reaktor pracował w sumie 3 508 godz. wytwarzając łącznie 81,12 MWh i wypalenie (*burnup*) uranu 235 około 3,2 kg. Reaktor MUTSU był konstrukcją japońską wzorowaną na lekkowodnym ciśnieniowym reaktorze zastosowa-

nym w statku handlowym SAVANNAH. Przewidywana moc reaktora wynosiła 36 MW. W reaktorze zastosowano uran o wzbogaceniu 4% i 3,2% umieszczony w prętach paliwowych zgrupowanych w 32 zestawach kasetowych. Każda z kaset zawierała 117 prętów paliwowych. Konstrukcja prętów paliwowych była identyczna z konstrukcją prętów używanych obecnie w reaktorach ciśnieniowych w energetyce jądrowej. Średnica obudowy reaktora wynosiła ok. 4 m, wysokość 15 m. W ciągu roku w czasie rejsów prowadzono szkolenia w zakresie obsługi napędu jądrowego. Przeszkolono łącznie 400 osób.

Po pomyślnym zakończeniu badań technicznych w lutym 1991 r. statek odbył cztery rejsy oceaniczne mające na celu jego pełne sprawdzenia w różnych warunkach pogodowych. Po przepłynięciu w sumie 51 000 Mm (81 860 km) rejsy zakończyły się w styczniu 1992 r.

Prawie bezpośrednio po powrocie statku z ostatniego rejsu 7 lutego przeprowadzałem na nim inspekcję materiałów jądrowych, jako inspektor MAEA. Podczas inspekcji pomieszczeń napędu jądrowego obowiązywały reguły identyczne jak przy inspekcji elektrowni jądrowej.



Fot. 9. Reaktor MUTSU (http://jolisfukyu.tokaisc.jaea.go.jp/fukyu/miraien/2007/12_0.html)

Phot. 9. MUTSU reactor

Zakończenie badań

W kwietniu 1992 r. wyładowano paliwo jądrowe z reaktora i przewieziono je do Zakładów Badania Paliwa Jądrowego (*Reactor Fuel Examination Facility – RFEF*). Po przeprowadzeniu badań potwierdzających wypalenie. Paliwo poddano standardowemu procesowi przetworzenia.

Zgodnie z planem, we wrześniu 1992 r. przystąpiono do likwidacji napędu jądrowego statku zaczynając od

wymontowania reaktora, który po dekontaminacji został przeniesiony do magazynów portu Sekinehama. Prace zakończono w 1995 r.

W roku 1996 zakończono przebudowę statku wstawiając nowy system napędowy i zmieniono jego nazwę na MIRAI. Do roku 2009 MIRAI był statkiem wykorzystywanym do badań oceanograficznych. W roku 2009 powrócił do swojej starej nazwy MUTSU i został zacumowany w porcie Sekinehama. Po wbudowaniu starego reaktora pełni on dzisiaj rolę muzeum techniki.

Po blisko 30 latach doświadczeń budowy i sprawdzania projektu statku z napędem jądrowym Japonia należy do nielicznych krajów posiadających technologię budowy tego rodzaju statków, opracowaną i opanowaną technologią budowy małych reaktorów oraz dysponuje różnymi procedurami ich użytkowania sprawdzonymi w różnych warunkach. Wszystkie te działania spowodowały, że Japonia należy do ścisłej czołówki państw prowadzących prace nad rozwojem i unowocześnieniem energetyki jądrowej.

sekretarz generalny,
dr inż. Krzysztof Rzymkowski,
Stowarzyszenie Ekologów na Rzecz Energii Nuklearnej
SEREN - POLSKA,
Warszawa

Literatura:

- [1] Broszura, *Research and development on nuclear ship Japan Atomic Energy Research Institute, Mutsu Establishment Aomori 1990*
- [2] Shuichi Sasaki, *General Description of the first Nuclear Ship "Mutsu" Nuclear Engineering and Design 1969.*
- [3] [https://en.wikipedia.org/wik/Japanese Battle Ship Mutsu.](https://en.wikipedia.org/wik/Japanese Battle Ship Mutsu)
- [4] www.globa/security.org/military/world/japan/ns-mutsu-dev.htm *Nuclear ship Development*
- [5] www.worldwidescience.org/topicpages/n/nuclear+ship+mutsu.html
- [6] Case Details>Radiation Leaks from Nuclear Power Ship "Mutsu" www.sozokgaku.com/fkd/en/cfen/CA100015.html
- [7] Masayuki Nakao *Radiation Leaks from Nuclear Power Ship "Mutsu"* www.sozokgaku.com/fkd/en/cfen/CA100015.html
- [8] *NS Savannah* www.maritime.org/tour/savannah/press/techpics.html
- [9] Adam Rajewski, *Morskie napędy jądrowe*, Morza i Okręty Numer specjalny 1/2016 Warszawa
- [10] Sassa Atsuyuk, *Japan's Disastrous „Safety Muth”: Ignoring the Lessons of Minor Nuclear Incidents: Nuclear Ship Mutsu...* <http://www.nipon.com/en/features/c01901/>