

ARTYKUŁY

MODEL MANKALA W ENERGETYCE JĄDROWEJ NA PRZYKŁADZIE FIŃSKIEJ SPÓŁKI FENNOVOIMA

The Mankala model in the nuclear power industry - case of the Finnish Fennovoima company

Łukasz Sawicki, Bożena Horbaczewska

Streszczenie: W niniejszym artykule, na przykładzie fińskiej spółki Fennovoima, została zaprezentowana jedna z metod finansowania projektów inwestycyjnych w energetyce jądrowej, tzw. model *Mankala*. Jest to kontynuacja poprzedniego artykułu, w którym model *Mankala* został opisany na przykładzie spółki TVO.

Abstract: This paper presents one of the methods of financing of investment projects in nuclear power sector, the so-called *Mankala*, based on example of Finnish company Fennovoima. This is a follow-up to the previous paper concerning the *Mankala* model used by the TVO company.

Słowa kluczowe: Mankala, Finlandia, energetyka jądrowa, projekt inwestycyjny, odbiorcy energii, przemysł, Hanhikivi, Fennovoima, AES-2006, Rosatom.

Keywords: Mankala, Finland, nuclear power, investment project, electricity consumers, industry, Hanhikivi, Fennovoima, AES-2006, Rosatom.

1. Wstęp

W poprzednim artykule¹ przedstawiony został ogólny opis modelu *Mankala* i jego zastosowanie do finansowania projektów inwestycyjnych w energetyce jądrowej w Finlandii. Jako przykład wybrano spółkę TVO. Niniejszy artykuł stanowi kontynuację tego tematu, przy czym przedmiotem analizy jest spółka Fennovoima, która stosuje zmodyfikowaną (hybrydową) wersję modelu.

2. Historia i właściciele spółki Fennovoima

W czerwcu 2007 r. w Finlandii powstała druga spółka, której celem jest budowa i eksploatacja elektrowni jądrowej w formule *Mankala*. Spółkę o nazwie Fennovoima Oyi założyło 67 przedsiębiorstw produkcyjnych z sektora przemysłowego (tj. odbiorców energii), a także wytwarzania, dystrybucji i obrotu energią. Największym udziałowcem (34%) był fiński oddział niemieckiego E.On-u, ale faktyczną kontrolę sprawowała duża grupa rodzimych fińskich przedsiębiorstw zrzeszonych w konsorcjum o nazwie Voimaosakeyhtiö SF.

W styczniu 2009 r. Fennovoima złożyła do rządu wniosek o wydanie tzw. decyzji zasadniczej na budowę EJ. Uzyskała zgodę w maju 2010 r. Badania lokalizacyjne były prowadzone od 2008 r., a docelową lokalizację w gminie Pyhäjoki na półwyspie Hanhikivi wybrano w październiku

2011 r. Od tego właśnie półwyspu wzięto nazwę dla nowej elektrowni (nazwa bloku: Hanhikivi-1). Początkowo ogłoszono przetarg na wybór technologii dla mocy 1000-1700 MWe. W Raporcie Oddziaływania na Środowisko podano informację, że blok może posiadać człon ciepłowniczy, podobnie, jak zrobiono w przypadku planowanego trzeciego bloku w EJ Loviisa. W lutym 2013 r. zakończono przetarg na technologię (generalne wykonawstwo), który wygrała japońska Toshiba z reaktorem ABWR. Jednak nieco wcześniej doszło do zdarzenia, którego następstwem było zerwanie umowy z Toshiba i zmiana typu reaktora. Otóż w 2012 r. E.On wycofał się z projektu i sprzedał swoje udziały pozostałym właścicielom. Przedsięwzięcie było jednak zbyt duże, jak na możliwości finansowe fińskich przedsiębiorstw, dlatego przyjęły one ofertę odkupienia udziałów E.On-u złożoną przez rosyjski Rosatom (za pośrednictwem spółki zależnej Rusatom Overseas, obecnie Rusatom Energy International), firmę zajmującą się generalnym wykonawstwem bloków jądrowych. W grudniu 2013 r. obie strony podpisały umowę na dostawę kompletnego bloku energetycznego o nazwie handlowej AES-2006, opartego na reaktorze WWER-1200 W-491. Rosjanie zaproponowali także finansowanie inwestycji przez ich banki. Aby móc objąć udziały założyli specjalną spółkę z siedzibą na terenie Finlandii, RAOS Voima Oy. Wycofanie się E.On-u i wejście Rosjan spowodowało, że niektórzy udziałowcy Voimaosakeyhtiö opuścili projekt, ich liczba spadła do 44. Ich udziały zostały wykupione przez niektórych pozostałych udziałowców (w tym największego – producenta stali Outokumpu) oraz nowych, w tym m.in.

¹ Sawicki Ł., Horbaczewska B., *Model Mankala w energetyce jądrowej na przykładzie fińskiej spółki TVO*, „Postępy Techniki Jądrowej” nr 1/2019.

kontrolowanej przez fiński skarb państwa spółki Fortum, która jest właścicielem EJ Loviisa. Rząd Finlandii nie zgodził się na sprzedaż pozostałych tytułów własności rosyjskim współwłaścicielom i dalszą realizację projektu uzależnił od posiadania przez fińskie przedsiębiorstwa łącznie co najmniej 60% udziału we własności. Ostatecznie fińskim podmiotom udało się objąć 65,1% udziałów, a 0,9% pozostało w posiadaniu innych podmiotów zarejestrowanych na terenie UE.



* prowadzące działalność w sektorze wytwarzania, dystrybucji i sprzedaży (obrotu) energii elektrycznej, niektóre należące do jednostek samorządu terytorialnego oraz kontrolowana przez fiński skarb państwa firma Fortum.

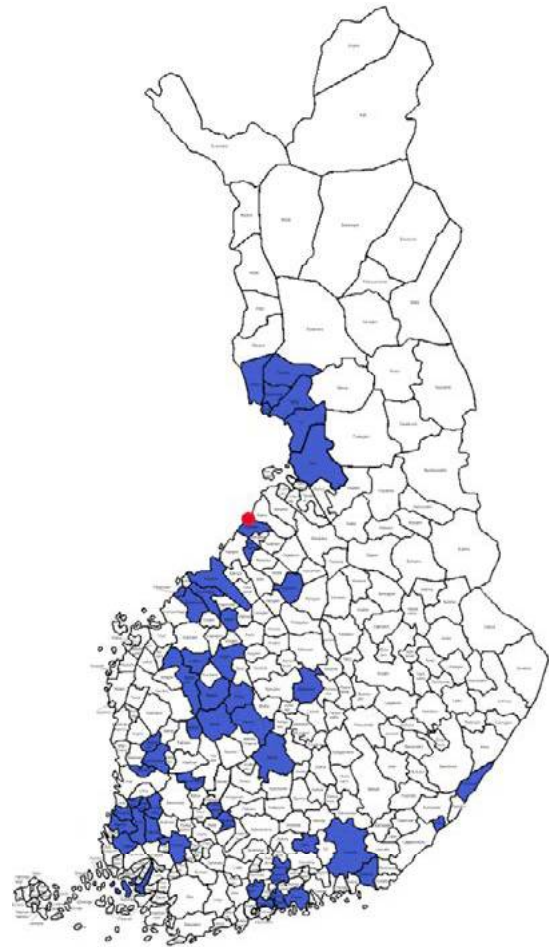
Rys. 1. Struktura własności spółki Fennovoima (źródło: opracowanie własne na podstawie: <http://www.voimaosakeyhtio.fi/osakkaat/dostep>; 2018-09-14)
Fig. 1. Ownership structure of Fennovoima (source: own study based on: <http://www.voimaosakeyhtio.fi/osakkaat/access>; 2018-09-14)

Na uwagę zasługuje fakt, że około 41% udziałów posiadają przedsiębiorstwa prowadzące działalność w sektorze wytwarzania, dystrybucji i sprzedaży (obrotu) energii elektrycznej, czyli spółki energetyczne. Większość z nich to małe przedsiębiorstwa komunalne. Rozdrobnienie akcjonariatu i jednocześnie jego doskonałe zorganizowanie jest typowe dla przedsięwzięć realizowanych w formule *Mankala*. Świadczy o bardzo wysokiej kulturze prowadzenia działalności gospodarczej w Finlandii, a także o stabilności prawa i zaufaniu do organów władzy państwowej. Większość gmin, do których należą wspomniane spółki komunalne, położona jest w znacznej odległości od planowanej EJ Hanhikivi, niektóre oddalone są nawet o 450 km.

Wśród akcjonariuszy elektrowni znajduje się gmina Pyhäjoki, co ma istotne znaczenie w kontekście akceptacji społeczności lokalnej. Poparcie dla budowy EJ w tej gminie w 2017 r. sięgnęło aż 75%, a przeciwnicy stanowili tylko 19,5%.²

3. Statut i zasady funkcjonowania spółki

Forma prawna spółki Fennovoima ma elementy polskiej spółki akcyjnej, ale również spółki z ograniczoną odpowiedzialnością (sp. z o.o.). Jest to główna różnica między nią a TVO, która z kolei jest odpowiednikiem polskiej spółki akcyjnej niemal w czystej postaci. Podstawowe zasady regulujące funkcjonowanie spółki w formule

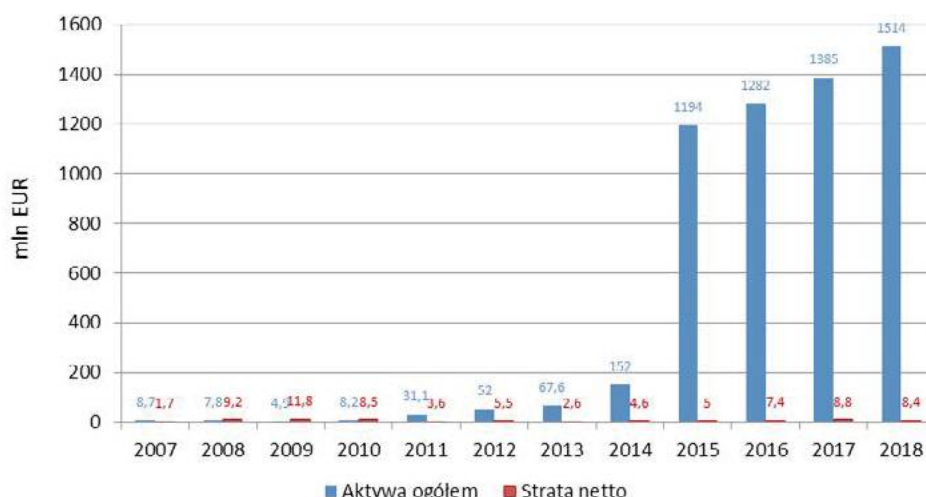


Rys. 2. Położenie gmin posiadających akcje spółki Voimaosakeyhtiö SF, kontrolującej spółkę Fennovoima. Czerwoną kropką zaznaczono EJ Hanhikivi. Źródło: opracowanie własne na podstawie: <http://www.voimaosakeyhtio.fi/osakkaat>; <http://www.ksat.fi/yritys>; <https://www.herfors.fi/om-oss>; <http://kronobyvelverk.fi/yritysinfo/historiikki>; <http://www.lammaistenenergia.fi/yritys>; <http://www.naantalenergia.fi/eng>; <https://nkab.fi/fi>; <http://www.valkeakoskenenergia.fi/Yhtiö/tabid/2612/Default.aspx>; <http://www.venergia.fi/yritys>; <http://www.haminanenergia.fi/fi/yritys>; <https://www.keravanenergia.fi/fi/keravan-energia>; <http://www.kokemaensahko.fi/yritys>; <https://kssenergia.fi/en>; <http://www.koylionsakylansahko.fi/yritys/historia>; <https://www.nivos.fi>; <http://www.nurmijarvensahko.fi/nurmijarven-sahko>; <http://www.paneliankoskenvoima.fi/yritys>; <http://porvoonenergia.fi/fi>; <http://www.sallilaenergia.fi>; <https://www.vatajankoski.fi/meista/historiamme>; <https://www.vsv.fi>; <http://www.issoy.fi>; <http://www.parikkalanvalo.fi/yhteystiedot>; <http://www.hso.fi/sivu/fi/yritys96>; <http://www.keminmaanenergia.fi/yritys>; <https://www.oulunseudunsahko.fi/info/Oulun-Seudun-Sahko>; <http://www.raahenergia.fi>; http://rantakaira.fi/tietoa_yrityksesta; <http://www.keminenergia.fi>; <http://www.tenergia.fi/tenergia+oy>; http://www.tornionenergia.fi/tornion_energia/tietoa_yrityksesta; <http://www.alajarvensahko.fi/index.php?sivu=Yritys&kieli=fi>; http://www.seinajoenenergia.fi/Seinajoen_Energia; <http://www.aanekoskenenergia.fi/en/our-company>; <http://haapajarven-lampo.fi/haapajarven-lampo-oy/haapajarven-lampo-oy-historia>; <http://www.lapuanenergia.fi/default.aspx?pageid=146>; <http://www.lempaalan-lampo.fi/yhtiö>; (dostęp: 2018-01-01)

Fig. 2. Location of municipalities holding shares in Voimaosakeyhtiö SF, controlling Fennovoima. EJ Hanhikivi is marked with a red dot. Source: own study based on the above

Mankala są takie same w obu przypadkach, to znaczy udziałowcy są zobowiązani do odbioru wyprodukowanej energii elektrycznej i pokrywania kosztów jej produkcji proporcjonalnie do posiadanych udziałów.

² <https://responsibility.fennovoima.com/en/stakeholder-engagement/stakeholder-engagement-1> (dostęp: 2018-09-08)



Rys. 3. Podstawowe informacje finansowe dla spółki Fennovoima w latach 2009-2018. Źródło: opracowanie własne na podstawie: <https://www.fennovoima.fi/en/media/publications/annual-reports> (dostęp: 2019-09-13)

Fig. 3. Basic financial information for Fennovoima in the years 2009-2018. Source: own study based on: <https://www.fennovoima.fi/en/media/publications/annual-reports> (access: 13/09/2019)

4. Wielkość spółki

Fennovoima jest ciągle projektem w fazie realizacji, ale po rozpoczęciu produkcji może dostarczać ilość energii równą około 10% zapotrzebowania Finlandii³. W 2018 r. nie zarejestrowała żadnych obrotów (podobnie, jak i w latach wcześniejszych). Nie udostępnia także pełnych sprawozdań finansowych, publikuje jednak wybrane informacje.

Na ich podstawie można stwierdzić, że od powstania spółki do końca 2018 r. rosła jej suma bilansowa. W 2015 r. jej wartość zwiększyła się kilkakrotnie w wyniku wpłat dokonanych przez akcjonariuszy (99,6 mln EUR), ale przede wszystkim długoterminowych kredytów zaciągniętych na kwotę 920 mln EUR. Nie pozostało to bez wpływu na wartość wskaźnika kapitału własnego (equity ratio). Spółka podkreśla jednak, że jej sytuacja finansowa jest stabilna i nie ma powodów do obaw o płynność finansową⁴.

W związku z brakiem przychodów i koniecznością ponoszenia kosztów operacyjnych i finansowych spółka generuje straty księgowe, należy jednak podkreślić, że nie są one duże w relacji do sumy bilansowej. Na koniec 2018 r. zatrudnienie wynosiło 365 pracowników (łącznie z zewnętrznymi doradcami), przy czym ich liczba w analizowanym okresie stopniowo rosła⁵, co jest naturalnym skutkiem rozwoju projektu inwestycyjnego.

5. Plany rozwojowe i inwestycje

Podstawowym i jedynym projektem inwestycyjnym Fennovoimy jest budowa i eksploatacja 1 jądrowego bloku energetycznego w lokalizacji Hanhikivi. Jak wspomniano wcześniej, blok będzie działał w oparciu o rosyjski reaktor WWER-1200 W-491 o mocy elektrycznej 1200 MW

netto (1250 MW brutto). Jest to blok z reaktorem generacji III+, z wieloma pasywnymi układami bezpieczeństwa, spełniający wymagania EUR⁶ i nieustępujący ani pod względem bezpieczeństwa, ani pod względem parametrów eksploatacyjnych reaktorom amerykańskim, japońskim, francuskim czy koreańskim. Blok ma zostać zsynchronizowany z siecią w 2027 r., a pełna eksploatacja rozpocznie się w 2028 r. Jednostkowy koszt produkcji ma wynosić poniżej 50 EUR₂₀₂₄/MWh nominalnie (ok. 40 EUR₂₀₁₅/MWh)⁷, co wydaje się wartością niską, zważywszy na bardzo wysokie nakłady inwestycyjne - 6 mld EUR (5 mln EUR/MW netto). Prawdopodobnie wynika to z niskich kosztów kapitału. Kredyt inwestycyjny zapewniają rosyjskie państwowe banki oraz rosyjski państwowy fundusz emerytalny (inwestujący za pośrednictwem banku Wnieszekonombank)⁸, który w latach 2015-2017 pożyczył Fennovoimie łącznie 150 mld RUB (ok. 2,4 mld EUR). Rosyjski budżet państwa (fundusz emerytalny jest jego częścią) spodziewa się zwrotu w postaci odsetek od udzielonego kredytu na poziomie 338 mld RUB (ok. 5,2 mld USD). Z informacji branżowych⁹ wynika, że zadłużenie inwestycji Hanhikivi-1 będzie rolowane do końca eksploatacji bloku. Jeżeli będzie się to odbywało za pośrednictwem rosyjskich instytucji finansowych, to rzeczywiście rosyjski budżet i fundusz emerytalny będą posiadały bardzo cenne aktywa generujące stały, przewidywalny dochód w perspektywie 80 lat, być może dłużej, i to nie licząc

³ <https://www.fennovoima.fi/en/fennovoima/why-fennovoima> (dostęp: 2018-09-12).

⁴ <https://www.fennovoima.fi/en/media/publications/annual-reports> (dostęp: 2018-09-09).

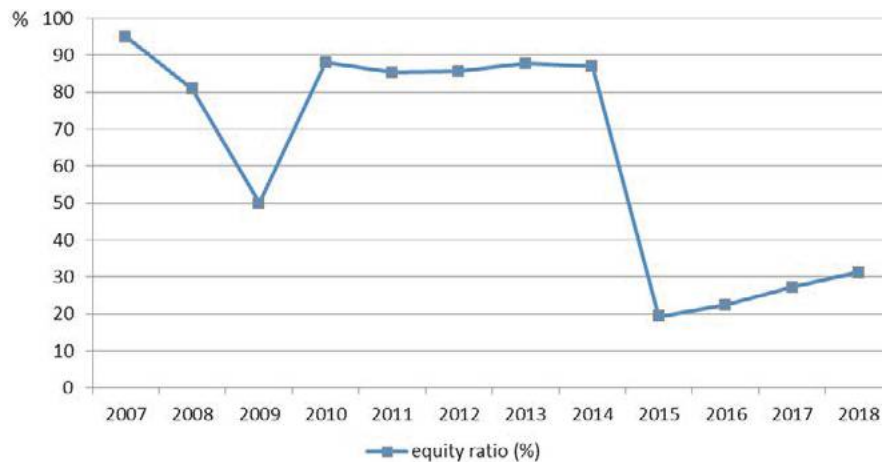
⁵ <https://www.fennovoima.fi/en/media/publications/annual-reports> (dostęp: 2018-09-08).

⁶ European Utility Requirements, rozpowszechniony w państwach UE system wymagań bezpieczeństwa elektrowni jądrowych, stworzony w latach 90. przez przedsiębiorstwa energetyczne eksploatujące bloki jądrowe. Wymagania EUR są znane z restrykcyjności.

⁷ <http://www.neimagazine.com/news/newsrosatom-signs-contracts-for-hanhikivi-nuclear-plant-4154432> (dostęp: 2018-09-14); http://2014.atomexpo.ru/mediafiles/u/files/Materials/5/D_Aliev_1.pdf (dostęp: 2018-09-14).

⁸ Strategy 2021 and Business Model, VEB Bank for Development, s. 30, [http://www.veb.ru/common/upload/files/veb/21VEB_Strategy_ENG.pdf] (dostęp: 2018-09-14).

⁹ <http://www.world-nuclear-news.org/NP-Russia-approves-funding-for-Hanhikivi-1-19011501.html> (2018-09-14).



Rys. 4. Wskaźnik kapitału własnego dla spółki Fennovoima w latach 2007-2018 Źródło: opracowanie własne na podstawie: <https://www.fennovoima.fi/en/media/publications/annual-reports> (dostęp: 2018-09-08)

Fig. 4. Equity ratio for Fennovoima in 2007-2018 Source: own study based on: <https://www.fennovoima.fi/en/media/publications/annual-reports> (access: 08/08/2018)

zysków samego RAOS Voima Oy. Tego typu długoterminowe planowanie i próby zabezpieczenia finansów państwa w perspektywie kilkudziesięciu lat są czymś niemal niespotykanym w Europie, może za wyjątkiem Norwegii (fundusz naftowy). Z drugiej strony, niekończące się rolowanie spowoduje uzależnienie fińskich udziałowców projektu od rosyjskich banków, aczkolwiek zawsze będą istniały (zapewne kosztowne) możliwości wyjścia z rosyjskiego długu.



Fot. 1. Model 3D przedstawiający docelowy wygląd EJ Hanhikivi (fot. Fennovoima CC BY-NC-ND 2.0)

Photo. 1. 3D model showing the target appearance of EJ Hanhikivi (photo: Fennovoima CC BY-NC-ND 2.0)

Kapitał własny, zgromadzony w celu budowy elektrowni Hanhikivi-1, w dniu rozruchu elektrowni jądrowej wyniesie około 1,7 mld EUR. Kapitał ten gromadzony jest przez akcjonariuszy stopniowo, w transzach, zgodnie z ustalonym przez nich harmonogramem.

Rosatom organizuje finansowanie projektu z różnych źródeł. Państwowy fundusz emerytalny (National Welfare Fund of Russia, NWF) zapewnił kredyt w wysokości do 2,4 mld EUR, z czego w 2015 r. Fennovoima Oy otrzymała pierwszą transzę w kwocie równej 920 mln EUR (o czym była mowa powyżej). Łączna kwota finansowania dłużnego wyniesie około 2,8 mld EUR. Będzie to finansowanie przez zagraniczne banki komercyjne (na dostawę komponentów zagranicznych, np. turbozespołów), kredyty z rosyjskich banków komercyjnych zabezpieczonych przez Agencję Ubezpieczeń Eksportowych Rosji EXIAR

oraz środki z rosyjskich i zagranicznych banków komercyjnych¹⁰ oraz inne źródła. Z tytułu finansowania Hanhikivi-1 Rosja oczekuje dochodów w wysokości 5,2 mld USD w całym okresie trwania tego projektu¹¹.

Wspomniane wcześniej wysokie nakłady inwestycyjne wynikają z dwóch powodów. Po pierwsze, fiński dozór jądrowy STUK stawia bardzo wyśrubowane wymagania i posiada prerogatywy pozwalające mu na zmianę wydanych wcześniej decyzji, co stanowi duży czynnik ryzyka podczas budowy. To ryzyko zmaterializowało się w przypadku Olkiluoto-3¹². Po drugie, wydaje się, że wysokie nakłady w połączeniu z niskimi kosztami kapitału są strategią biznesową (marketingową) Rosatomu, który, zdaniem Autorów, stosuje politykę wysokiej marży na wykonawstwie. Koszty pracy w Rosji i niski kurs rubla w stosunku do euro, promujący rosyjski eksport, powodują, że prawdziwy koszt budowy w sensie usług EPC¹³ jest prawdopodobnie znacznie niższy niż ten oficjalnie deklarowany przez Fennovoimę. Wysoka marża może też częściowo tłumaczyć niskie oprocentowanie kredytu, ponieważ w Rosji dokonywanie transferów pieniężnych między wszystkimi podmiotami roku kontrolowanymi przez państwo jest znacznie łatwiejsze niż w państwach UE. Ponadto banki państwowe (w tym przypadku jest to Sberbank) realizujące politykę rządu wcale nie muszą zarabiać na kredytach, przynajmniej w krótkiej perspektywie. Wysoka marża służy też Rosatomowi do zabezpieczenia różnych rodzajów

¹⁰ <http://rusatom-energy.com/projects/hanhikivi-1/financing/> (dostęp: 2018-09-08).

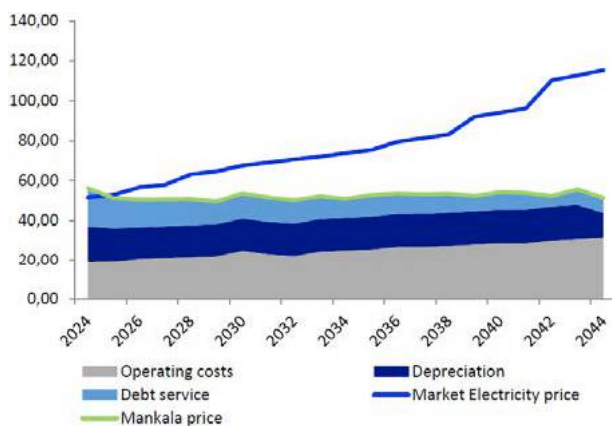
¹¹ <http://www.world-nuclear-news.org/NP-Russia-approves-funding-for-Hanhikivi-1-19011501.html> (dostęp: 2018-09-13).

¹² Zostało to szczegółowo opisane w: Sawicki Ł., Horbaczewska B., Model Mankala w energetyce jądrowej na przykładzie fińskiej spółki TVO, „Postępy Techniki Jądrowej” nr 1/2019.

¹³ Engineering, Procurement and Construction – projektowanie, składanie zamówień na dostawę maszyn, urządzeń, wyposażenia, materiałów itp. oraz realizacja prac budowlano-montażowych i rozruchu. Typowy zakres usług Generalnego Wykonawcy bloku energetycznego i innych instalacji przemysłowych.

ryzyka związanego z budową, w tym ryzyka wzrostu kosztu materiałów, robocizny, usług zewnętrznych itp. Jest to o tyle istotne, że kontrakt na budowę zawarto w formule *fixed price*, czyli stałej ceny, co oznacza, że wykonawca wziął na siebie większość ryzyka związanego z budową¹⁴.

Interesujący jest fakt, że przewidywany jednostkowy koszt wytwarzania energii elektrycznej z bloku Hanhikivi-1 jest wyższy niż średnia cena energii na fińskiej części Nordpool (skandynawska giełda energii), która w latach 2014-2017 wynosiła średnio około 33 EUR/MWh¹⁵. Dlatego rentowność inwestycji prawdopodobnie opiera się na co najmniej dwóch założeniach: po pierwsze, w średniej i długiej perspektywie (tzn. po roku 2025) cena energii na rynku hurtowym powinna wzrosnąć; po drugie, część odbiorców będzie bezpośrednio przyłączona do bloku liniami przesyłowymi, zatem nie będą oni ponosili kosztów przesyłu/dystrybucji, które w UE w ciągu ostatniej dekady bardzo wzrosły, a wzrost ten częściowo skompensował sztuczny spadek cen na rynku hurtowym. Koszt zakupu energii na rynku stanowi mniej niż połowę łącznego kosztu energii dla odbiorcy końcowego. Wydaje się, że pierwsze założenie już się zaczęło materializować, ponieważ od początku 2018 r. aż do sierpnia 2019 r. ceny na giełdzie energii znacznie wzrosły, co jest częściowo skutkiem wzrostu cen EUA. Prawdopodobny jest dalszy wzrost po 2020 r. z uwagi na działania Komisji Europejskiej (backloading, MSR itp.), co obrazuje wykres na rys. 5.



Rys. 5. Koszt energii z bloku Hanhikivi-1 (wraz z jego strukturą) na tle prognozowanych cen na rynku hurtowym w Finlandii w latach 2024-2044. Wartości w EUR. Źródło: Advantages of Rosatom solutions and risk management - "Hanhikivi-1" case study, slajd nr 4 [http://2014.atomexpo.ru/mediafiles/u/files/Materials/5/D_Aliev_1.pdf] (dostęp: 2019-09-14)

Fig. 5. The cost of energy from the Hanhikivi-1 block (along with its structure) against the background of projected prices on the wholesale market in Finland in 2024-2044. Values in EUR. Source: Advantages of Rosatom solutions and risk management - "Hanhikivi-1" case study, slide 4 [http://2014.atomexpo.ru/mediafiles/u/files/Materials/5/D_Aliev_1.pdf] (access: September 14, 2019)

¹⁴ Application for a Construction License pursuant to Section 18 of the Nuclear Energy Act (990/1987) for the Hanhikivi 1 Nuclear Power Plant, Fennovoima, s. 31 [https://issuu.com/fennovoima/docs/construction_license_application_pu] (dostęp: 2019-09-14).

¹⁵ <https://www.nordpoolgroup.com/Market-data/1/Dayahead/Area-Prices/ALL1/Yearly/?view=table> (dostęp: 2018-09-14)

W grudniu 2014 r. fiński parlament ponownie wyraził zgodę na budowę nowej EJ w lokalizacji Hanhikivi, tym razem na bazie technologii Rosatomu (WWER-1200). Wniosek o pozwolenie na budowę został złożony do Ministerstwa Zatrudnienia i Gospodarki w czerwcu 2015 r. Obecnie inwestor przygotowuje dokumentację techniczną z raportem bezpieczeństwa dla STUK. Rozpoczęcie normalnej eksploatacji ma nastąpić w 2028 r. Dostawcą paliwa jądrowego jest rosyjski TVEL, który ma zapewnić pierwszy wsad oraz wymianę paliwa przez pierwsze 10 lat. W szczytowym momencie prac na placu budowy zatrudnionych będzie około 4000 ludzi, a przy eksploatacji bloku pracę znajdzie bezpośrednio 450-500 osób załogi stałej oraz personel pomocniczy i obsługowy zatrudniony przez firmy zewnętrzne (ochrona obiektu, stółka zakładowa, utrzymanie zieleni itd.).



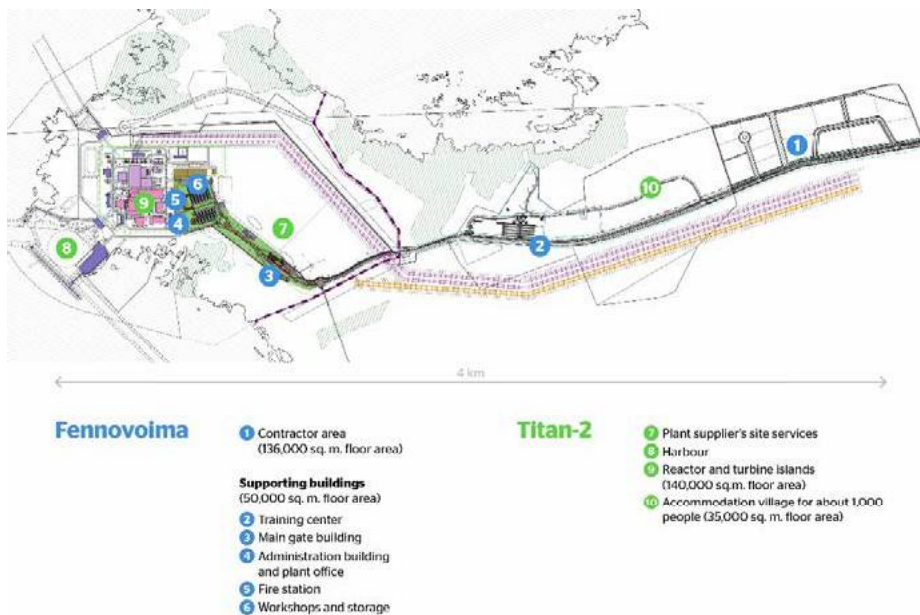
Fot. 2. Prace makroniwelacyjne pod główne budynki: reaktorownię i maszynownię, stan na dzień 28.05.2019 (fot. Fennovoima, CC BY-NC-ND 2.0). Nie zainstalowano jeszcze systemu drenażowego, czego efektem jest widoczny na zdjęciu wysoki poziom lustra wody.

Photo 2. Macro-leveling works for the main buildings: reactor and engine room, as of 28.05.2019 (photo: Fennovoima, CC BY-NC-ND 2.0). A drainage system has not yet been installed, resulting in a high water level in the photo

Generalnym Wykonawcą/Dostawcą EJ jest RAOS Project Oy, spółka córka Rosatomu powołana wyłącznie do realizacji projektu Hanhikivi-1. RAOS Project Oy, będący stroną kontraktu EPC, koordynuje wszystkich kluczowych podwykonawców i dostawców, tzn. Generalnego Projektanta, Generalnego Projektanta JUWP, generalnego wykonawcę robót, dostawcę JUWP i dostawcę turbozespołu. Schemat organizacji budowy został przedstawiony na rys. 7.

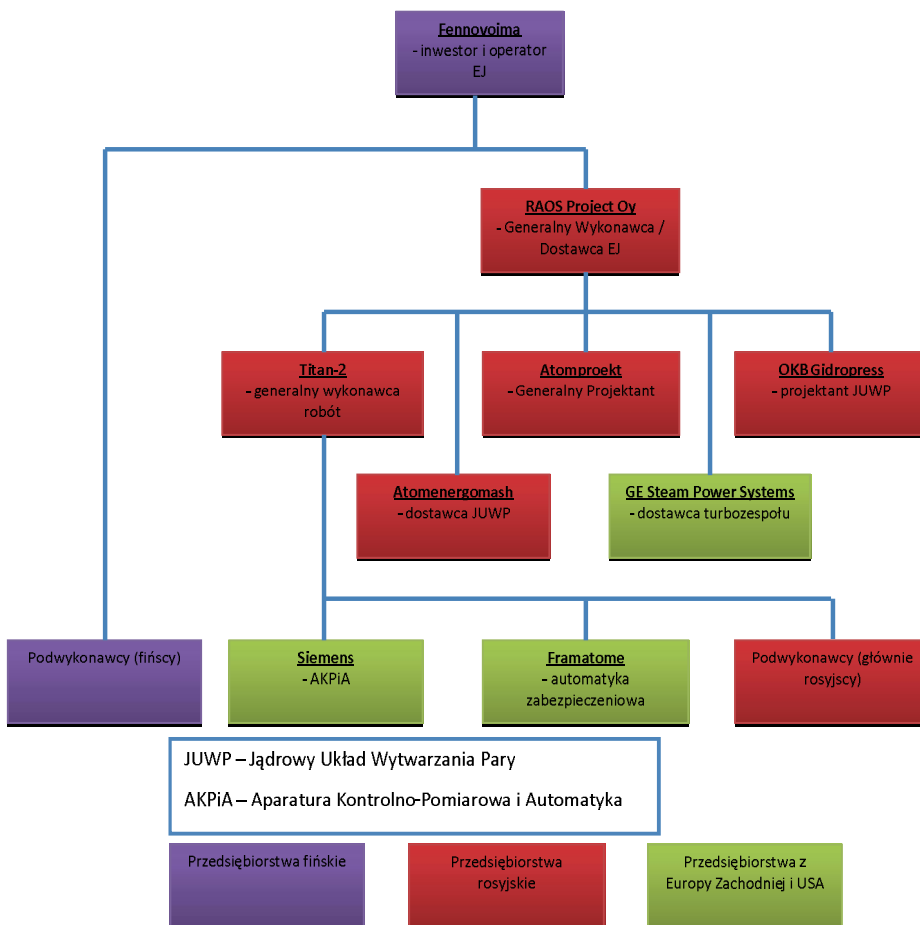
Rosyjskie firmy zarówno projektują całą EJ, jak i dostarczają główne urządzenia (z wyjątkiem turbiny i generatora). Wykonują też część prac budowlanych, głównie przy reaktorowni. W maszynowni ma pracować turbozespół wyprodukowany przez dawny francuski Alstom (obecnie GE Steam Power Systems), bazujący na słynnej turbinie Arabelle i generatorze Gigatop 4. Urządzenia te zostaną dostarczone z fabryki we Francji.

Hanhikivi-1 można uznać za projekt hybrydowy, łączący w sobie klasyczny fiński model *Mankala* (odbiorcy przemysłowi, gminne spółki obrotu energią, państwowy koncern energetyczny Fortum) z zaangażowaniem dużego inwestora zagranicznego i dostawcy technologii (Rosatom).



Rys. 6. Mapa podziału zakresu prac przy budowie EJ Hanhikivi między podwykonawców spółki Fennovoima a podwykonawców rosyjskiej firmy Titan-2. Źródło: Fennovoima

Fig. 6. Map of the scope of works on the construction of EJ Hanhikivi between subcontractors of Fennovoima and subcontractors of the Russian company Titan-2. Source: Fennovoima



Rys. 7. Ogólny schemat organizacji budowy EJ Hanhikivi

Źródło: opracowanie własne na podstawie: „Hanhikivi 1 project update”, Toni Hemminki, CEO, SYP2016, Fennovoima, 2-3 November 2016 [https://www.ats-fns.fi/images/files/2016/syp2016/presentations/OS2_THemminki_FennovoimasHanhikivi1Project.pdf]; „TITAN-2 in Hanhikivi 1 NPP project”, Big Projects Info Day, Alexander Entin, Kalajoki 25.08.2016 [https://www.lisaakauppaa.fi/file/download&file_id=187/]; http://www.titan2.ru/en/media-press/lenta-novostej/47-projects-news/proekt-hanhikivi-2/1271-rolls-royce-to-supply-hanhikivi-1-nuclear-power-plant-s-main-automation

Fig. 7. General diagram of the organization of the construction of EJ Hanhikivi

Projekt został zgłoszony do Komisji Europejskiej na podstawie art. 41 Traktatu Euratom we wrześniu 2013 r. Od stycznia do października 2014 r. inwestor odbył szereg spotkań z Komisją, które stały się podstawą do wydania warunkowej pozytywnej decyzji przez KE w czerwcu 2015 r.¹⁶

Niniejszy artykuł odzwierciedla prywatne opinie Autorów i nie stanowi oficjalnego stanowiska instytucji, w których są oni zatrudnieni.

*Łukasz Sawicki,
główny specjalista w Departamencie Energii Jądrowej
Ministerstwa Energii, zajmuje się strategią Programu
polskiej energetyki jądrowej i zagadnieniami
ekonomicznymi przemysłu jądrowego*

*dr Bożena Horbaczewska,
adiunkt w Katedrze Ekonomii II Szkoły Głównej
Handlowej w Warszawie, zajmuje się m.in. finansami
przedsiębiorstw i rynkiem kapitałowym*

Literatura:

- [1] KOMISSION KANTA. Euratomın perustamissopimuksen 43 artiklan mukaisesti, annettu 3.6.2015, Hanhikivi 1 -ydinvoimalaitoshankkeesta Suomessa (Ainoastaan suomen- ja ruotsinkieliset tekstit ovat todistusvoimaiset), Bryssel 3.6.2015, C(2015) 3763 final [https://doczz.net/doc/7065973/euroopan-komission-kanta-hanhikivi-1] (dostęp: 2018-08-22)
- [2] Strategy 2021 and Business Model, VEB Bank for Development, [http://www.veb.ru/common/upload/files/veb/21VEB_Strategy_ENG.pdf] (dostęp: 2018-09-14)
- [3] „Hanhikivi 1 project update”, Toni Hemminki, CEO, SYP2016, Fennovoima, 2-3 November 2016 [https://www.ats-fns.fi/images/files/2016/syp2016/presentations/OS2_THemminki_FennovoimasHanhikivi1Project.pdf]
- [4] „TITAN-2 in Hanhikivi 1 NPP project”, Big Projects Info Day, Alexander Entin, Kalajoki 25.08.2016 [https://www.lisaakauppaa.fi/file/download&file_id=187/]
- [5] http://www.pohjolanvoima.fi/en/company/corporate-governance/shareholders (dostęp: 2016-10-16)
- [6] https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Framatome-Siemens-awarded-Hanhikivi-I-C-contract (dostęp: 2019-10-08)
- [7] https://en.wikipedia.org/wiki/Hanhikivi_Nuclear_Power_Plant (dostęp: 2019-10-08)
- [8] http://epv.fi/en/ (dostęp: 2016-10-16)
- [9] https://www.helen.fi/en/annual-report/annual-report-2013/financial-statements/helen-group-financial-statements/report-on-operations/ (dostęp: 2016-10-16)
- [10] http://www.kemira.com/en/about-us/our-business/pages/default.aspx (dostęp: 2016-10-16)
- [11] http://kotkanenergia.fi/fi/karhu-voima-oy (dostęp: 2016-10-16)
- [12] [12] http://www.upm.com/Businesses/Pages/default.aspx (dostęp: 2016-10-16)
- [13] http://www.storaenso.com (dostęp: 2016-10-16)
- [14] http://www.kymppivoima.fi/sivu.php?page_n=sisalto&haluttu_sivu=147&suljesivu=1 (dostęp: 2016-10-16)
- [15] https://www.ifnec.org/ifnec/upload/docs/application/pdf/2016-02/ifnec_finance_workshop_-_finland_perspective_-_may_9_2012.pdf (dostęp: 2018-09-14)
- [16] https://energia.fi/ajankohtaista_ja_materiaalipankki/materiaalipankki/suomalaisten_energia-asetteet_2016.html (dostęp: 2018-09-14)
- [17] http://www.voimaosakeyhtio.fi/osakkaat/ (dostęp: 2018-09-14)
- [18] http://www.ksat.fi/yritys (dostęp: 2018-01-01)
- [19] https://www.herrfors.fi/om-oss/ (dostęp: 2018-01-01)
- [20] http://kronobyelverk.fi/fi/yritysinfo/historiikki/ (dostęp: 2018-01-01)
- [21] http://www.lammaistenenergia.fi/yritys (dostęp: 2018-01-01)
- [22] http://www.naantalinenergia.fi/eng/ (dostęp: 2018-01-01)
- [23] https://nkab.fi/fi/ (dostęp: 2018-01-01)
- [24] http://www.valkeakoskenenergia.fi/Yhtiö/tarjous/2612/Default.aspx (dostęp: 2018-01-01)
- [25] http://www.venergia.fi/yritys/ (dostęp: 2018-01-01)
- [26] http://www.haminanenergia.fi/fi/yritys (dostęp: 2018-01-01)
- [27] https://www.keravanenergia.fi/fi/keravan-energia/ (dostęp: 2018-01-01)
- [28] http://www.kokemaensahko.fi/yritys (dostęp: 2018-01-01)
- [29] https://kssenergia.fi/en (dostęp: 2018-01-01)
- [30] http://www.koylionsakylansahko.fi/yritys/historia/ (dostęp: 2018-01-01)
- [31] https://www.nivos.fi (dostęp: 2018-01-01)
- [32] http://www.nurmijarvensahko.fi/nurmijarvensahko/ (dostęp: 2018-01-01)
- [33] http://www.paneliankoskenvoima.fi/yritys (dostęp: 2018-01-01)
- [34] http://porvoonenergia.fi/fi/ (dostęp: 2018-01-01)
- [35] http://www.sallilaenergia.fi (dostęp: 2018-01-01)

¹⁶ KOMISSION KANTA. Euratomın perustamissopimuksen 43 artiklan mukaisesti, annettu 3.6.2015, Hanhikivi 1 -ydinvoimalaitoshankkeesta Suomessa (Ainoastaan suomen- ja ruotsinkieliset tekstit ovat todistusvoimaiset), Bryssel 3.6.2015, C(2015) 3763 final (dokument w języku fińskim) [https://doczz.net/doc/7065973/euroopan-komission-kanta-hanhikivi-1] (dostęp: 2018-08-22); http://www.europarl.europa.eu/sides/getAllAnswers.do?reference=P-2015-012546&language=PL (dostęp: 2018-08-22)

- [36] <https://www.vatajankoski.fi/meista/historiamme/> (dostęp: 2018-01-01)
- [37] <https://www.vsv.fi> (dostęp: 2018-01-01)
- [38] <http://www.issoy.fi> (dostęp: 2018-01-01)
- [39] <http://www.parikkalanvalo.fi/yhteystiedot> (dostęp: 2018-01-01)
- [40] <http://www.hso.fi/sivu/fi/yritys96/> (dostęp: 2018-01-01)
- [41] <http://www.keminmaanenergia.fi/yritys/> (dostęp: 2018-01-01)
- [42] <https://www.oulunseudunsahko.fi/Info/Oulun-Seudun-Sahko> (dostęp: 2018-01-01)
- [43] <http://www.raahenenergia.fi> (dostęp: 2018-01-01)
- [44] http://rantakaira.fi/tietoa_yrityksesta/ (dostęp: 2018-01-01)
- [45] <http://www.keminenergia.fi> (dostęp: 2018-01-01)
- [46] <http://www.tenergia.fi/tenergia+oy/> (dostęp: 2018-01-01)
- [47] http://www.tornionenergia.fi/tornion_energia/tietoa_yrityksesta (dostęp: 2018-01-01)
- [48] <http://www.alajarvensahko.fi/index.php?sivu=Yritys&kieli=fi> (dostęp: 2018-01-01)
- [49] http://www.seinajoenenergia.fi/Seinajoen_Energia (dostęp: 2018-01-01)
- [50] <http://www.aanekoskenenergia.fi/en/our-company/> (dostęp: 2018-01-01)
- [51] <http://haapajarvenlampo.fi/haapajarven-lampo-oy/haapajarven-lampo-oy-historia/> (dostęp: 2018-01-01)
- [52] <http://www.lapuanenergia.fi/default.aspx?pageid=146> (dostęp: 2018-01-01)
- [53] <http://www.lempaalanlampo.fi/yhtio/> (dostęp: 2018-01-01)
- [54] <https://responsibility.fennovoima.com/en/stakeholder-engagement/stakeholder-engagement-1> (dostęp: 2018-09-08)
- [55] <https://www.fennovoima.fi/en/fennovoima/why-fennovoima> (dostęp: 2018-09-12)
- [56] <http://www.neimagazine.com/news/newsrosatom-signs-contracts-for-hanhikivi-nuclear-plant-4154432> (dostęp: 2018-09-14)
- [57] http://2014.atomexpo.ru/mediafiles/u/files/Materials/5/D_Aliev_1.pdf (dostęp: 2018-09-14)
- [58] <http://www.world-nuclear-news.org/NP-Russia-approves-funding-for-Hanhikivi-1-19011501.html> (2018-09-14)
- [59] <http://rusatom-energy.com/projects/hanhikivi-1/financing/> (dostęp: 2018-09-08)
- [60] <http://www.world-nuclear-news.org/NP-Russia-approves-funding-for-Hanhikivi-1-19011501.html> (dostęp: 2018-09-13)
- [61] <https://www.nordpoolgroup.com/Market-data/1/Dayahead/Area-Prices/ALL1/Yearly/?view=table> (dostęp: 2018-09-14)
- [62] <http://www.titan2.ru/en/media-press/lenta-novostej/47-projects-news/proekt-hanhikivi-2/1271-rolls-royce-to-supply-hanhikivi-1-nuclear-power-plant-s-main-automation>
- [63] <http://www.world-nuclear-news.org/Articles/Schedule-for-Hanhikivi-1-project-revised> (dostęp: 2019-01-31)
- [64] <http://www.europarl.europa.eu/sides/getAllAnswers.do?reference=P-2015=012546-&language=PL> (dostęp: 2018-08-22)
- [65] http://tilastokeskus.fi/tup/suoluk/suoluk_energia_en.html (dostęp: 2018-09-14)

XV SZKOŁA STERYLIZACJI I MIKROBIOLOGICZNEJ DEKONTAMINACJI RADIACYJNEJ

Stało się już tradycją, iż co dwa lata Instytut Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie organizuje Szkołę Sterylizacji i Mikrobiologicznej Dekontaminacji Radiacyjnej. Zasadniczym celem konferencji jest podsumowanie dorobku krajowych instytucji naukowo-badawczych i produkcyjnych w dziedzinie wykorzystania promieniowań jonizujących do obróbki materiałów ze szczególnym uwzględnieniem problematyki zwalczania patogenów.

W szkoleniach w charakterze wykładowców oprócz pracowników IChTJ uczestniczą naukowcy z Międzyresortowego Instytutu Techniki Radiacyjnej Politechniki Łódzkiej oraz Zakładu Transplantologii i Centralnego Banku Tkank Akademii Medycznej w Warszawie. Omawiane są także mikrobiologiczne aspekty produktów w procesie sterylizacji radiacyjnej oraz zmiany wymagań prawnych w odniesieniu do wytwórców produktów leczniczych.

Tematyka Szkoły obejmowała następujące zagadnienia:

- Porównanie różnych metod sterylizacji
- Przemysłowe wykorzystanie wiązki elektronów i promieniowania gamma w sterylizacji
- Możliwości wykorzystania promieniowania hamowania w sterylizacji
- Wpływ promieniowania na materię i organizmy żywe
- Mikrobiologiczne aspekty sterylizacji, badania jałowości, wyznaczanie dawki sterylizacyjnej
- Przegląd materiałów poddawanych sterylizacji radiacyjnej
- Dobra praktyka wytwarzania
- Walidacja procesu sterylizacji radiacyjnej.

Materiały szkoleniowe opublikowane zostały w wersji drukowanej i elektronicznej.

Komitet Organizacyjny: dr inż. Zbigniew Zimek, dr inż. Andrzej Rafalski, dr inż. Wojciech Głuszewski, dr Rafał Kocia, Instytut Chemii i Techniki Jądrowej.

*Wojciech Głuszewski,
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,
Warszawa*