The new link

JESIEŃ 2007

ASSOCIATION OF POLISH ENGINEERS IN CANADA
ASSOCIATION DES INGENIEURS POLONAIS AU CANADA

Biuletyn Stowarzyszenia Inżynierów Polskich w Kanadzie

3/2007

ISSN 0824-6075

Współczesne reaktory atomowe dla energetyki

24 maja o godz. 19-tej, w budynku SPK, 206 Beverly Street, Toronto, na górnej sali Zarząd Główny Stowarzyszenia Inżynierów Polskich w Kanadzie, w kooperacji z Toronto Chapter of the Institute of Electric and Electronic Engineers (IEEE) zorganizował konferencję na temat energetyki atomowej pod tytułem jak wyżej. Temat konferencji wywołał duże zainteresowanie. Wcześniej informacja o konferencji znalazła się na stronach PEO, IEEE, Toronto Star, w mediach polonijnych.

Energetyka to ceny i rachunki płacone za elektryczność przez przeciętnego użytkownika, rozwój energetyki to tworzenie nowych miejsc pracy w prowincji, ceny energii to decydujący element w rozwoju gospodarki i przemysłu w kraju.

Stowarzyszenie Inżynierów Polskich w Kanadzie zainicjowało publiczną dyskusję na ten temat skupiając się na węzłowym i decydującym zagadnieniu tj. wyboru najwłaściwszej technologii.

Otwarta i publiczna dyskusja na ten właśnie temat powinna być pomocna przy podejmowaniu decyzji o tym w jaki sposób ma być rozporządzany 40 miliardowy budżet na rozwój energetyki w Ontario.

Dodać należy, że również Polska stoi w obliczu strategicznych decyzji o rozwoju energetyki w kraju.

Inż. Jan Trzeciakowski przy podium

Stowarzyszenie wystosowało zaproszenia do udziału w konferencji do głównych producentów reaktorów atomowych : GE Nuclear , Westinghouse/Toshiba, Atomic Energy of Canada Ltd (producent Candu), Areva SA – największej na świecie firmy reaktorów atomowych z siedzibą główną w Paryżu.

Na sali obecni byli zainteresowani z branży energetyki – pracownicy OPG,AECL, Areva, byli i emerytowani pracownicy Hydro, członkowie SIP, studenci UofT.

Wśród dostojnych gości – uczestników konferencji należy wymienić:

Mr. Wilson Lam, Senior Advisor with the Ministry of Energy
Monsieur Armand Laferrère - Areva Canada President
Jan Trzeciakowski, a Power Industry Consultant, formerly a Manager at Pickering and Inspection Services
Dr Stefan Doerffer, AECL
Ron Oberth, VP and Ala Alizadeh, Regional VP-Marketing and his associate **Martin Nowak** also attended on behalf of AECL
Mr. Władysław Lizoń, President of the Canadian Polish Congress
Jan Jekiełek, Institute of Electric and Electronic Engineers (IEEE) Toronto Section andAssociation of Polish Engineers in Canada

Pierwszym mówcą był Mr. Wilson Lam. W swojej prezentacji przedstawił stan Energetyki Ontario, przewidywany wzrost spożycia energii, projekty rozwoju energetyki, planowaną budowę nowych elektrowni i wyzwania z tym związane.

Jako drugi wystąpił Mr. Trzeciakowski. Inż. Trzeciakowski mówił o tym , że proces decyzyjny selekcji określonego typu reaktora powinien być procesem strukturalnym. Powinien uwzględniać wszystkie składniki i czynniki takie jak zdolności produkcyjne , wydajność, bezpieczeństwo, dostępność kadry naukowo technicznej, dostępność surowców, ilość tworzonych miejsc pracy. Wiele z tych czynników są różne dla Kanady i Polski. Stwierdził przy tym , iż wierzy w to, że

Dalszy ciąg na str. 24

ASSOCIATION OF POLISH ENGINEERS IN CANADA

Founded in 1941
Incorporated in 1944

Board of Directors

President	H. Teresiński
Vice President	K. Babiarz
Secretary	J. Majerski
Treasurer	A. Wojtala
Internet, website	M. Bachtin
Communication	M. Świętorzecka
Membership	M. Kalisiak M. Murynowicz
Events	J. Cylke
Meetings, lectures	H. Raston
Finances	B. Borejsza - Wysocki
New Link	S. Basiukiewicz, J. Bujnowski
National Branch	K. Szymanowski
Cultural events	J. Jekiełek

Editorial Committee
Sławomir Basiukiewicz, Kazimierz Babiarz, Janusz Bujnowski

Head Office
206 Beverley Street
Toronto, Ontario M5T 1Z3
Tel.: 416-977-7723 Fax: 416-977-3993
www.polisheng.ca

Branches
EDMONTON
99652-77 Street
Edmonton, Alberta T6C 2M7
HAMILTON
263 Wellington Street
Brantford, Ontario N3S 3Z8
KITCHENER
2-285 Sandowne Drive
Waterloo, Ontario N2K 2C1
LONDON
80 Ann Street
London, Ontario N6A 1 G9
MISSISSAUGA
c/o 206 Beverley St.
Toronto, Ontario M5T 1Z3
MONTREAL
63 Prince Arthur Est
Montreal, Quebec H2X 1 B4
OTTAWA
P.O. Box 8093, Station "T"
Ottawa, Ontario K1G 3H6
TORONTO
206 Beverley Street
Toronto, Ontario M5T 1Z3

Spis treści

Współczesne reaktory atomowe dla energetyki 1, 24
Miejsce Energetyki jądrowej w rozwoju gospodarczym Polski 3-4
Lokalizacja i dane szczegółowe reaktorów 5
Biuletyn World Nuclear News donosi 5
Typy reaktorów 6-10
Nowi Członkowie SIP 11
Z życia oddziałów Piknik w Valens 12-13
Silniki jonowe 14-19
Jerzy Korey - Krzeczowski 20
List otwarty do Polonii 21
Zwiedzamy Bombardier 21
Z teczki niepoprawnego optymisty 22-23

Drodzy Czytelnicy, Koleżanki i Koledzy

Oddajemy kolejny numer naszego biuletynu. Ponownie jest on na 24 stronach w tym część w kolorze. Mamy nieco więcej reklam co ułatwia wydanie biuletynu. Wersja elektroniczna jest cała w kolorze. Umieszczana jest na stronie internetowej SIP http://www.polisheng.ca/newlink.html. Są tam zamieszczone numery z kilku ostatnich lat.

W obecnym wydaniu wprowadziliśmy rubrykę o nowych członkach SIP. Numer jest poświęcony w większości energetyce jądrowej. Są materiały z ostatniej konferencji, przegląd typów reaktorów atomowych, artykuł na ten temat z Polski. Inne tematy to z życia Oddziałów, karty z przeszłości o zasłużonych Polakach, a także o współpracy SIPu i IEEE. Zamiast lotnictwa mamy kosmos i opis silników do poruszania się w nim. Ponownie zachęcamy naszych Członków do pisania w New Linku.

Teraz parę słów od Prezesa

Mimo wakacyjnego sezonu zarząd SIP nie próżnuje. Zrobiliśmy zebranie na pikniku w czerwcu w Valens Conservation, dzięki temu połączyliśmy przyjemne z pożytecznym.Piknik zorganizował oddział Hamilton, a ZG zafundował pieczonego świniaka. Na zebraniu zostało omówionych wiele spraw, m.in. wybrano delegata na III zjazd Polonii, został nim inż. Henryk Raston. Ponadto przyjęliśmy nowych członków i rozpoczęliśmy przygotowania do Zjazdu Prezesów.

Odbyło się również zebranie w sierpniu. Główne tematy to:
1. Forum d/s energii atomowej, SIP organizuje już drugą konferencję na ten temat. Pierwsza, pt. Współczesne reaktory atomowe dla energetyki, okazała się znaczącym sukcesem. Obszerne relacje znajdują się na dalszych stronach New Link jak też na naszym website http://www.polisheng.ca/news.htm. Na majową konferencję przybyło ponad 100 osób. Swoje reaktory prezentowały kanadyjska firma AECL oraz francuska firma Areva.
2. Ustalono że nadchodzący Zjazd Prezesów odbędzie się w ten sam dzień co wine and cheese party. Chcemy aby przewodniczący oddziałów mieli możność uczestniczenia w tej dorocznej imprezie SIP. Staramy się również aby jak najwięcej imprez SIP miało charakter między-oddziałowy.

Kontynuujemy i rozszerzamy nowe inicjatywy SIP. Na internecie mamy strony dla członków SIP. Ostatnio regularnie umieszczamy tam ogłoszenia o pracy. Wkrótce pojawi się tam lista konsultantów w SIP. Ma to służyć wymianie myśli technicznej pomiędzy inżynierami rożnych specjalności. Lista jest obecnie darmowa, każdy członek SIP może się tam zapisać i tym samym reklamować swoją działalność.

Warto przypomnieć, że SIP ma group insurance w tej samej instytucji co Professional Engineers of Ontario, w Meloche Monex. W ramach umowy z MM, Członkowie SIP mogą się ubiegać o ubezpieczenie na samochód albo na dom, powołując się na group insurance dla European Engineers. W skład tej grupy wchodzą również inżynierowie z Rumunii, Bułgarii i innych krajów Europy środkowej.

29 września zapraszamy na Wine and Cheese party, a od października zapraszamy na spotkania w naszej siedzibie, w budynku SPK przy 206 Beverley Street w ostatnie czwartki miesiąca. Szczegóły zamieścimy na web site SIP, w sekcji 'news'.

Hieronim Teresiński, prezes SIPwK

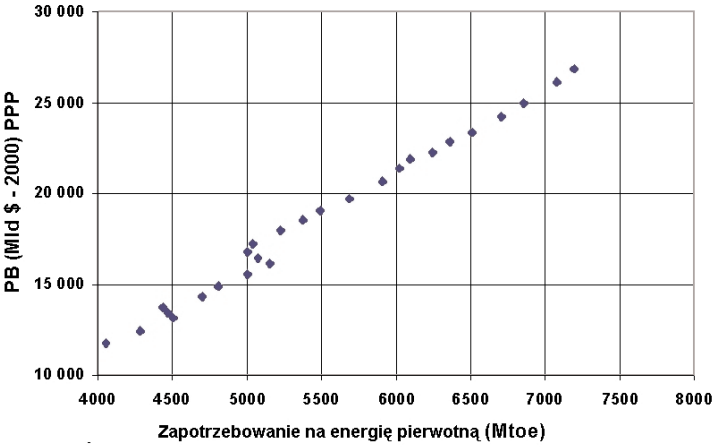
Redakcja i Zarząd Główny SIPwK

MIEJSCE ENERGETYKI JĄDROWEJ W ROZWOJU GOSPODARCZYM POLSKI

prof dr. hab Stefan Chwaszczewski
Instytut Energii Atomowej. Otwock-Świerk

1. Energia podstawowym czynnikiem rozwoju społeczeństw

Rozwój gospodarczy gospodarki światowej jest zależny od dostępności energii odpowiedniej jakości, ilości i o akceptowalnych cenach. Świadczy o tym relacja pomiędzy Produktem Brutto wszystkich krajów świata z gospodarką rynkową a zapotrzebowaniem na energię pierwotną w tych krajach. Relacja taka analizowana w okresie lat 1971 ÷ 1997 jest przedstawiona na rysunku 1. Dane dotyczące PB są przeliczane wg siły nabywczej (PPP[1]) w poszczególnych krajach, gdyż tylko ten wskaźnik odzwierciedla poziom zamożności społeczeństwa. Z analizy tych danych wynika, że przyrost PB o jeden $(PPP) powoduje średnio wzrost zapotrzebowania na energię o 8,58 MJ.



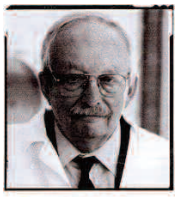
Rys. 1. Zależność pomiędzy zapotrzebowaniem na energię pierwotną w Mtoe[2] a wielkością PB (Produktem Brutto) krajów z gospodarką rynkową w świecie w latach 1971 – 1997 wyrażoną wg PPP. Źródło: G. Doucet (General Secretary of WEC) *Update analysis of energy consumption in the world.* (2001);

2. Sytuacja energetyczna świata[3]

Świat znajduje się obecnie przed podwójnym zagrożeniem: ograniczeniami w dostępie do surowców energetycznych w wymaganych ilościach i cenach oraz ochroną środowiska przy wykorzystaniu energii.

Wysokie ceny surowców energetycznych, wydarzenia polityczne związane z wykorzystaniem monopolistycznych pozycji państw eksportujących te surowce oraz zaburzenia w dostawie energii elektrycznej do całych regionów uświadomiły społeczeństwom niezwykle ważną rolę, jaką grają surowce energetyczne i nośniki energii w rozwoju ekonomicznym i kulturowym całych społeczeństw. Kontynuacja obecnie istniejącego systemu i struktury wykorzystania energii i surowców energetycznych doprowadzi do napięć i konfliktów politycznych oraz globalnych zmian klimatu związanych z emisją gazów cieplarnianych. **Już obecnie rynek konsumenta w handlu paliwami ciekłymi i gazowymi przekształcił się w rynek producenta, który nie tylko będzie dyktował ceny, ale również będzie dyktował warunki polityczne, przy których będzie skłonny udostępnić te surowce.**

Zasadniczym punktem zwrotnym w sytuacji energetycznej świata było wejście na szybką ścieżkę rozwoju ekonomicznego dotychczas zaniedbanych krajów: Chin, Indii i krajów Afryki. Kraje te stały się olbrzymimi konsumentami surowców energetycznych. W prognozach przewiduje się, że w do roku 2030 zapotrzebowanie światowe na energię pierwotną wzrośnie do 17 Gtoe[2] rocznie przy obecnym poziomie 11,2 Gtoe rocznie. Ponad połowa tego przyrostu będzie wykorzystana przez rozwijające się kraje Azji i Afryki.



Energia jądrowa pojawi się, gdy będzie potrzebna, ale pojawi się w Polsce na pewno – uważa profesor Stefan Chwaszczewski

W tej sytuacji prognozowany jest renesans energetyki jądrowej. Na koniec 2006 roku w świecie eksploatowano 439 reaktorów energetycznych o mocy 371,7 GWe, budowano 30 reaktorów energetycznych o mocy 23,4 GWe, natomiast rozważa się budowę 73 reaktorów energetycznych o mocy 58,1 MWe. Trwają prace nad wykorzystaniem nowych typów reaktorów, reaktorów tzw. IV generacji wytwarzających energię cieplną o temperaturze nośnika wystarczającej do zasilania procesów chemicznych (ok. 1000°C) oraz wykorzystujących jako materiał paliworodny nierozszczepialne izotopy U238 i Th232.

3. Sytuacja energetyczna Unii Europejskiej[3]

Unia Europejska jest specyficznym regionem świata. Znaczna gęstość zaludnienia oraz wysoki standard życia jest związany z olbrzymim zapotrzebowaniem na energię i surowce energetyczne. W prognozach zapotrzebowania rozszerzonej Unii Europejskiej przewiduje się wzrost zapotrzebowania na energię pierwotną z 1,7 Gtoe rocznie obecnie do 2,05 Gtoe rocznie w 2030 roku, przy czym import surowców energetycznych wzrośnie z 0,8 Gtoe obecnie do 1,4 Gtoe rocznie w 2030 roku. Udział importowanych surowców wzrośnie z 47% ogólnego zapotrzebowania w chwili obecnej do 65% w roku 2030. Uzależnienie od importu gazu wzrośnie z obecnego poziomu 57% do 84% w 2030 roku a paliw płynnych z 82% do 93%.

Dodatkowym czynnikiem w wykorzystaniu energii w Unii Europejskiej jest olbrzymia gęstość wykorzystania energii na jednostkę powierzchni. Obecnie, rocznie na powierzchni 1 km^2 w Unii Europejskiej jest wykorzystywane ponad 450 toe energii, przy średniej światowej 72 toe/km^2 rocznie. Czynnik ten wywołuje znaczącą troskę kierownictwa Unii Europejskiej o ochronę środowiska: przyjęcie szeregu dyrektyw ograniczających emisję szkodliwych gazów do atmosfery oraz przyjęte w traktacie akcesyjnym 2004 roku ograniczeń w emisji SO_2, NO_X, CO_2 i LZO[4].

Opublikowany 10 stycznia 2007 roku dokument „Europejska polityka energetyczna" {SEK(2007)12} formułuje następujące cele Unii Europejskiej w zakresie energetyki:

- Przeciwdziałanie zmianom klimatycznym poprzez ograniczenie emisji gazów cieplarnianych;
- Ograniczenie podatności Unii Europejskiej na wpływ czynników zewnętrznych wynikających z zależności od importu węglowodorów;
- Wspieranie zatrudnienia i wzrostu gospodarczego zapewniającego odbiorcom bezpieczeństwo zaopatrzenie w energię po przystępnych cenach.

4. Sytuacja energetyczna Polski

Polska jest jednym ze słabo rozwiniętych krajów Europy. Produkt krajowy brutto (PKB) liczony na mieszkańca rocznie (PKB/ma) w 2003 roku, wyznaczony wg kursu wymiany bankowej (ER – Exchanging Ratio) wynosił 21,3% PKB/ma krajów „starej" Unii Europejskiej (UE15) i 24,5% PKB/ma „nowej" Unii Europejskiej (UE25). Wielkość PKB/ma w 2003 r. wyznaczona wg siły nabywczej PPP wynosiła 43% PKB/ma PPP UE15 i 47% PKB/ma PPP UE25. W UE25 niższą wartość PKB/ma wyznaczoną zarówno wg ER i PPP ma Łotwa a wg ER Łotwa i Słowacja.

Odpowiednim do wielkości PKB jest wielkość i struktura wykorzystania paliwa pierwotnego na mieszkańca rocznie w porównaniu do tej samej wielkości dla mieszkańca Unii Europejskiej przed jej roz-

szerzeniem w 2004 roku (UE15). Porównanie to przedstawiono w tabeli 1

Tabela 1. Wykorzystanie energii pierwotnej w toe na mieszkańca rocznie w Polsce i w krajach Unii Europejskiej (dane roku 2004)

	Polska	EU(15)
Paliwa stałe	1,40	0,60
Paliwa ciekłe	0,58	1,59
Gaz	0,31	0,96
Energia jądrowa	0,00	0,60
Inne	0,12	0,24
Razem	**2,42**	**3,98**

Podstawowym surowcem energetycznym Polski jest krajowy węgiel kamienny i brunatny. Sytuacja ta wynika ze znacznych krajowych zasobów tego surowca. Zestawienie krajowych zasobów surowców energetycznych i poziomu ich wydobycia przedstawiono w tabeli 2. Natomiast krajowe wydobycie gazu i paliw ciekłych nie wystarcza na pokrycie zapotrzebowania i jest importowana. Znaczna część importu pochodzi z Federacji Rosyjskiej. Importujemy ponad 60% paliw gazowych i ponad 95% paliw ciekłych. A właśnie tych surowców energetycznych potrzebujemy najwięcej do unowocześnienia gospodarki krajowej. W sytuacji działania w tym sektorze rynku producenta prowadzi to do uzależnienia gospodarczego i politycznego od eksporterów tych surowców.

Tabela 2. Krajowe zasoby surowców energetycznych, wydobycie i poziom wykorzystania.

Surowiec energetyczny	Zasoby krajowe	Produkcja krajowa	Wykorzystanie krajowe	Lat wykorz. Wg
	2005	2005	2005	2005
Węgiel kamienny M ton	15.291 (43.321)*	98	79	156
Węgiel brunatny Mton	13.724	61,6	61,6	
Ropa naftowa Mton	20,7	1,78	20,7	
Gaz Mld m^3	75,4	5,8	12,9	

* Zasoby zagospodarowane, w nawiasie podano zasoby bilansowe.

Polska nie będzie „wyspą" niespotykanych w innych krajach energooszczędnych technologii. Rozwój ekonomiczny Polski, na który głosowali w referendum akcesyjnym obywatele, będzie związany ze zwiększeniem zapotrzebowania na energię i dostosowaniem jej struktury do nowoczesnej gospodarki. A więc związany ze zwiększeniem wykorzystania paliw płynnych i gazowych oraz energii elektrycznej. Należy podkreślić, że podnoszone przez specjalistów argumenty o dużej energochłonności krajowej gospodarki są nieprawdziwe. Energochłonność PKB wyznaczona wg siły nabywczej (PPP) jest porównywalna z energochłonnością wysoko rozwiniętych krajów Unii Europejskiej. I zwiększenie PKB kraju musi pociągnąć za sobą zwiększenie zapotrzebowania na energię pierwotną jak i finalną. Prognoza wzrostu zapotrzebowania na szlachetne surowce energetyczne (paliwa ciekłe i gazowe) oraz energię elektryczną jest przedstawiona w tabeli 3.

Tabela 3. Prognoza zapotrzebowania na energię elektryczną oraz na paliwa ciekłe i gazowe w Polsce w perspektywie do 2025 roku

Rok	2005	2010	2015	2020	2025
Energia elektryczna brutto, TWh[5]	145,8	168,3	191,7	225,6	271,3
Gaz, Mld m^3	12,9	17,6	21,2	23,6	26,4
Ropa naftowa Mton	20,7	23,1	26,5	30,4	35,7

Źródło: *Polityka energetyczna Polski do 2025 roku*.

Dlatego, biorąc pod uwagę pojawiające się nowe uwarunkowania w międzynarodowym handlu surowcami energetycznymi, perspektywę rozwoju ekonomicznego Polski należy uznać krajowe zasoby węgla kamiennego i brunatnego jako zasoby strategiczne stanowiące bogactwo narodowe Polski.

W tej sytuacji oraz ze względu na wymogi ochrony środowiska

widzimy konieczność:

- **Możliwie szybkiego wykorzystania w Polsce elektrowni jądrowych do wytwarzania energii elektrycznej zastępując nimi wyeksploatowane węglowe bloki energetyczne nie spełniające wymogów ochrony środowiska oraz bilansujące wzrost zapotrzebowania kraju na energię elektryczną;**
- **Wykorzystania węgla do wytwarzania paliw gazowych i ciekłych poprzez jego przerób chemiczny. Jednym z ważnych rozwiązań tego problemu, z zachowaniem norm ochrony środowiska, jest wykorzystanie jądrowych reaktorów wysokotemperaturowych jako źródła energii cieplnej do prowadzenia wspomnianego powyżej przerobu chemicznego;**
- **Rozbudowa bazy badawczej i szkoleniowej w zakresie energii jądrowej umożliwiająca bezpieczną i niezawodną eksploatację obiektów jądrowych w Polsce, budowę w kraju reaktorów wysokotemperaturowych oraz wytwarzanie paliwa dla tych reaktorów a także osiągnięcie poziomu europejskiego w zakresie wykorzystania U238 i Th232 w procesie wytwarzania energii w reaktorach IV generacji.**

Przyjęcie takiej strategii pozwoli Polsce zmniejszyć uzależnienie od eksporterów gazu i paliw ciekłych, zachować unijne normy ochrony środowiska oraz rozwinąć działy gospodarki opartej na wiedzy wspierając tym samym wzrost zatrudnienia i rozwój gospodarczy. Niezbędnym warunkiem realizacji tak postawionych celów jest niezwłoczne podjęcie działań na rzecz wdrożenia energetyki jądrowej w Polsce oraz uruchomienie kompleksowych programów w sferze badawczej w zakresie wdrożenia technologii reaktorów wysokotemperaturowych i opanowania technologii chemicznej przeróbki węgla z wykorzystaniem reaktorów wysokotemperaturowych w Polsce, jak również programów perspektywicznych technologii energetyki jądrowej.

[1] *PPP – Purchasing Power Parity (PPP) – siła nabywcza jest oszacowaniem kursów wymiany, w których porównuje się ceny towarów i usług w różnych krajach. W niniejszym dokumencie za podstawę przyjęto siłę nabywczą $ w USA wg poziomu cen w 2000 r.*

[2] *toe – ton of oil equivalent = 42 GJ, Gtoe – 10^9 toe = $42*10^9$GJ*

[3] *World Energy Outlook 2006*

[4] *LZO – lotne związki organiczne.*

[5] *TWh = 10^9 kWh*

Nota biogrficzna prof. Stefana Chwaszczewskiego

Pracuje już prawie 50 lat w Instytucie Badań Jądrowych i po jego podziale w Instytucie Energii Atomowej. Przeszedł tu wszystkie stopnie kariery, od pracownika inżynieryjno technicznego, kierownika pracowni, kierownika zakładu, zastępcy dyrektora Instytutu, dyrektora Instytutu a obecnie jest znów zastępcą dyrektora Instytutu. Od magistra, doktora, doktora habilitowanego do profesora. Zajmował się reakcjami termojądrowymi (jego praca magisterska była przedstawiona na 2 Konferencji w Genewie, w 1958 roku). Dalej, to badania fizyki reaktorów atomowych, kinetyka, dynamika tych reaktorów, analiza szumów reaktorowych. Prowadził badania na reaktorze EWA, uruchamiał reaktor MARIA oraz prowadził badania reaktorów na neutronach prędkich w Obninsku pod Moskwa. Prowadził badania dynamiki reaktorów WWER w Nowym Woronezu i w Kozloduju.

Lokalizacja i dane szczegółowe reaktorów

Stan energetyki jądrowej na świecie:

- 440 bloków jądrowych w eksploatacji z zainstalowaną mocą całkowitą 368.122 GWe
- 6 bloków jądrowych czasowo wyłączonych
- 28 bloków jądrowych w budowie

Biuletyn World Nuclear News donosi:

INDUSTRY TALK
Committee studies nuclear for oil sands
29 March 2007
[Parliament of Canada, 24 March] No decision should be taken on the use of nuclear energy to extract oil from Canada's oil sands until the "repercussions of this process are fully known and understood", the House of Commons Standing Committee on Natural Resources has recommended. Proponents say that using nuclear energy to produce the steam and electricity required to extract tar-like bitumen from the oil sands cuts carbon dioxide emissions and would be cost competitive with natural gas. It is estimated that a reactor of some 600 MW capacity could supply a processing plant producing 60,000 barrels of synthetic crude oil per day. In its report, the committee concluded that almost 20 such reactors would be needed to meet the production growth planned to 2015, when Canadian output from oil sands is forecast to reach 3 million barrels per day. Smaller reactors, with capacities of some 100 MW, could be more suitable for individual projects, given the limitations of shipping steam, the report said. Hot water can be transported over about 75 km, while steam can only be sent over some 25 km. However, those opposed to the concept of using nuclear plants to power oil sands production raised concerns about dealing with the resulting radioactive waste and the impact on the already depleted water supply. Energy Alberta Corp has proposed a C$5.5 billion ($4.7 billion) project which could see a two-unit Candu plant operate in the north of the province of Alberta to provide elctricity to oil sands operations. The first of the twin reactors could come online by 2016, the second following a year later.

10 August 2007

New Romanian reactor on line

Cernavoda 2 has been grid connected in Romania. The 700 MWe Candu 6 pressurized heavy water reactor was built by a Canadian-Italian-Romanian team. Loans of Eur218 million from Canada and Eur223.5 million from Euratom helped towards its Eur777 million cost. Two Cernavoda units will supply about 18% of Romania's electricity.

Canadian six-month uranium production

Uranium production from Canada's mines in the first six months of 2007 was slightly below 2006 levels. While McArthur River maintained full production (4284 t U3O8, 3633 tU), that from Rabbit Lake and McClean Lake was down slightly (961 t U3O8/ 815 tU and 355 t U3O8/ 301 tU respectively). Production at McClean Lake is expected to almost double in 2008 relative to 2007.

KRAJ	REAKTORY CZYNNE		REAKTORY W BUDOWIE		REAKTORY PLANOWANE		PROPOZYCJE REAKTORÓW		REAKTORY ZAMKNIĘTE	
	ilość	MWe	ilość	MWe	ilość	MWe	ilość	MWe	ilość	MWe
Argentyna	2	935	1	692	0	0	0	0	0	0
Armenia	1	376	0	0	0	0	0	0	1	376
Belgia	7	5824	0	0	0	0	0	0	1	11
Brazylia	2	1901	0	0	1	1245	0	0	0	0
Bułgaria	4	2722	2	1906	0	0	1	1000	2	816
Chiny	9	6572	4	3610	8	8000	19	15000	0	0
Czechy	6	3368	0	0	0	0	2	1900	0	0
Egipt	0	0	0	0	0	0	1	600	0	0
Finlandia	4	2676	1	1600	1	1600	0	0	0	0
Francja	59	63363	0	0	0	0	1	1600	11	3951
Hiszpania	8	7446	0	0	0	0	0	0	2	622
Holandia	1	449	0	0	0	0	0	0	1	55
Indie	15	3040	8	3602	0	0	24	13160	0	0
Indonezja	0	0	0	0	0	0	2	2000	0	0
Iran	0	0	1	915	1	950	3	2850	0	0
Izrael	0	0	0	0	0	0	1	1200	0	0
Japonia	56	47839	1	866	12	14782	0	0	3	320
Kanada	22	15167	0	0	4	2570	0	0	3	478
Kazachstan	0	0	0	0	0	0	0	0	1	52
Korea Pdn.	20	16810	0	0	8	9200	0	0	0	0
Korea Płn.	0	0	0	0	2	1900	0	0	0	0
Litwa	1	1185	0	0	0	0	0	0	1	1185
Meksyk	2	1310	0	0	0	0	0	0	0	0
Niemcy	17	20339	0	0	0	0	0	0	19	5944
Pakistan	2	425	1	300	0	0	0	0	0	0
Polska	0	0	0	0	0	0	2	1200	0	0
Rosja	31	21743	4	3775	1	925	8	9375	5	786
RPA	2	1800	0	0	0	0	1	125	0	0
Rumunia	1	655	1	655	0	0	3	1995	0	0
Słowacja	6	2442	0	0	0	0	2	840	1	110
Słowenia	1	656	0	0	0	0	0	0	0	0
Szwajcaria	5	3220	0	0	0	0	0	0	0	0
Szwecja	10	8910	0	0	0	0	0	0	3	1210
Turcja	0	0	0	0	0	0	3	4500	0	0
Ukraina	15	13107	2	1900	0	0	0	0	4	3500
USA	104	99210	0	0	0	0	0	0	23	9590
Węgry	4	1755	0	0	0	0	0	0	0	0
W.Brytania	23	11852	0	0	0	0	0	0	22	2454
Wietnam	0	0	0	0	0	0	2	2000	0	0
Włochy	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1423
ŚWIAT	446	372001	28	22421	38	41172	75	59345	107	32883

Źródło: WNA, PRIS (IAEA), INSC, WANO

Typy Reaktorów

Opracowanie na podstawie materiałów Nuclear Portal www.nuclear.pl przez S. Basiukiewicza.

Reaktor - wytwarzanie energii

Większość światowych elektrowni jądrowych wyposażona jest w reaktory lekkowodne. Reaktor lekko-wodny składa się z układu z elementów paliwowych i prętów sterujących, z przepływającym przez nie chłodziwem. Elementy paliwowe zawierają sprasowane tabletki uranowe, które zamknięte są w dużej ilości rur (pręty paliwowe). Jako chłodziwo używa się w reaktorach lekko-wodnych zwykłej wody.

Chłodziwo przy pomocy pomp cyrkulacyjnych przez elementy paliwowe jest transportowane i tam odbiera energię termiczną wyzwoloną podczas rozszczepienia jąder. Woda pełni jednocześnie funkcję tak zwanego moderatora (spowalniacza) i powoduje to, że powstające podczas rozszczepienia neutrony prędkie są wyhamowywane. Z przyczyn fizycznych w tradycyjnych reaktorach tylko wolne neutrony mogą podtrzymywać reakcję łańcuchową. Praca reaktora jest sterowana przy pomocy prętów sterujących (też i regulujących). Pręty sterujące zbudowane są z materiału pochłaniającego neutrony.

Typy reaktorów:

Reaktory lekkowodne - **LWR L**ight-**W**ater-cooled and moderated **R**eactor
Reaktory wodne ciśnieniowe - **PWR**
Reaktory wodne wrzące - **BWR**

Reaktory ciężkowodne ciśnieniowe – PHWR Pressurized **H**eavy-**W**ater-cooled and moderated **R**eactor
Reaktor CANDU

Reaktory wodno-grafitowe - **LWGR L**ight-**W**ater-cooled **G**raphite-moderated reactor

Reaktory gazowo-grafitowe - GCR
Reaktory zaawansowane gazowo-grafitowe - AGR

Reaktory prędkie powielające - FBR

Reaktory wodne ciśnieniowe - PWR

Pressurized light-**W**ater-cooled and moderated **R**eactor

Największą grupę reaktorów stosowanych aktualnie w energetyce jądrowej stanowią ciśnieniowe reaktory wodne PWR (WWER).

Chłodziwem, a jednocześnie moderatorem i reflektorem neutronów jest w tych reaktorach lekka woda pod wysokim ciśnieniem, nie dopuszczającym do wystąpienia wrzenia w obiegu chłodzenia rdzenia (odparowanie w rdzeniu nie powinno przekroczyć 5%). Ze względu na znaczne pochłanianie neutronów przez wodór, stosowanie wody jako moderatora zmusza

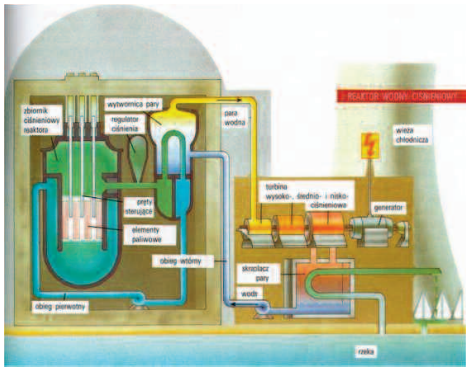
do stosowania jako paliwa uranu lekko wzbogaconego (2 - 4% ^{235}U). Woda o wysokim stopniu czystości ma dużą zdolność spowalniania neutronów, co pozwala zmniejszyć wymiary rdzenia i osiągnąć dużą gęstość mocy, przekraczającą 100 MW/m^3 objętości rdzenia.

Reaktory ciśnieniowe pracują w układzie dwuobiegowym. Obieg pierwotny tworzą: reaktor, wymiennik ciepła (wytwornica pary), pompy recyrkulacyjne i stabilizator ciśnienia, obieg wtórny natomiast: wytwornica pary (sprzęgająca oba obiegi), turbina parowa, skraplacz i układ regeneracyjnego podgrzewania wody zasilającej. Obieg pierwotny jest podzielony zwykle na kilka (2 - 6) pętli obejmujących wymieniony wyżej komplet urządzeń połączonych rurociągami. Wynika to z wymagań bezpieczeństwa pracy reaktora, a także z ograniczonych mocy głównych pomp obiegowych oraz wielkości wytwornic pary. Wytwornice pary stosowane w elektrowniach z reaktorami ciśnieniowymi są wymiennikami powierzchniowymi. Woda obiegu pierwotnego przepływa wewnątrz rurek w kształcie litery U (w układzie pionowym w reaktorach PWR - i poziomym w reaktorach WWER), zamieniając omywającą je wodę obiegu wtórnego na parę. Wytworzona para nasycona (niekiedy lekko przegrzana) wykonuje pracę w turbinie parowej.

Obieg wtórny jest realizowany analogicznie jak w układzie elektrowni konwencjonalnej, przy niższych jednak parametrach pary. W celu zapewnienia odpowiednio wysokich parametrów pary w obiegu wtórnym (decydujących o sprawności elektrowni), woda w obiegu pierwotnym powinna mieć dostatecznie wysoką temperaturę, zwykle w granicach 300 - 350°C. Aby nie dopuścić do wrzenia wody w rdzeniu, pogarszającego warunki wymiany ciepła oraz stabilność pracy reaktora, trzeba w obiegu pierwotnym utrzymywać ciśnienie wyższe od ciśnienia odpowiadającego temperaturze nasycenia. Zadanie utrzymywania ciśnienia na wymaganym poziomie i kompensowania zmian objętości obiegu pierwotnego spełnia stabilizator ciśnienia.

Jest to pionowy cylindryczny zbiornik ciśnieniowy, przyłączony w dolnej części (wypełnionej wodą) do rurociągu wody gorącej z reaktora. W części wodnej stabilizatora są zamontowane zanurzeniowe elementy grzejne rezystancyjne, a w części górnej, tworzącej poduszkę parową, są umieszczone wodne dysze natryskowe, łączone z rurociągiem wody chłodnej obiegu pierwotnego. W zależności od zmian obciążenia turbozespołu (zmian poboru pary, a więc i ciśnienia w obiegu pierwotnym) są uruchamiane elementy grzejne lub dysze natryskowe, kompensując objętość obiegu pierwotnego i przywracając ciśnienie w tym obiegu. Niezależnie od liczby; pętli obiegu pierwotnego, stabilizacja ciśnienia w całym obiegu jest realizowana przez jeden stabilizator.

Rdzeń reaktora wraz z zestawami prętów regulacyjnych jest umieszczony za pomocą specjalnej konstrukcji w ciśnieniowym zbiorniku reaktora, od którego ścian bocznych jest jeszcze oddzielony osłoną termiczną - zwykle w postaci stalowego cylindra. Pokrywa górna zbiornika jest zdejmowana podczas przeładunku paliwa i remontów. Znajdują się w niej odpowiednie przepusty do napędu zestawów prętów regulacyjnych w czasie pracy reak-



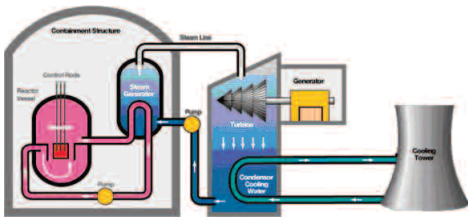
tora. Zbiornik musi wytrzymać ciśnienie ok. 16 MPa, panujące w obiegu pierwotnym, a ponadto wewnętrzne ścianki muszą być odporne na silnie korozyjne działanie wody, występujące w wysokich temperaturach. Z tego względu zbiorniki wykonuje się ze stali ferrytycznej lub stopowej o grubości ścianek 100 - 200 mm, wyłożonej wewnątrz warstwą stali nierdzewnej.

W celu zapewnienia wysokiej jakości zbiornika (zwłaszcza spawów) zbiorniki są w całości wykonywane w zakładzie wytwórczym i transportowane do elektrowni. Ogranicza to wymiary, a więc i moc jednostkową reaktora do ok. 3000 MW mocy cieplnej, tj. 1300 MW mocy elektrycznej bloku jądrowego.

Ze względu na stosunkowo niskie parametry pary w obiegu wtórnym (4,0 - 6,0 MPa), sprawność elektrowni netto zawiera się w granicach 30- 33%, natomiast wykorzystanie paliwa, określone wypaleniem, wynosi 10 - 30 MWd/kg (0,864 - 2,59 TJ/kg).

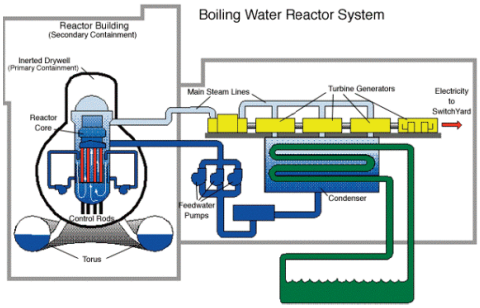
Reaktory wodne wrzące BWR - Boiling light-Water-cooled and moderated Reactor

W reaktorach BWR zwykła woda znajdująca się pod ciśnieniem ok. 7,0 MPa odparowuje bezpośrednio w rdzeniu reaktora i po osuszeniu jest kierowana do turbiny. Reaktor pełni więc funkcję wytwornicy pary i elek-



trownia z reaktorem BWR pracuje w układzie jednoobiegowym.

W porównaniu z reaktorem PWR układ jest znacznie uproszczony dzięki eliminacji wytwornic pary, głównych pomp obiegowych i stabilizatora ciśnienia Nie ma potrzeby stosowania wysokich ciśnień w celu zapobieżenia odparowaniu wody, w rezultacie czego zbiornik może mieć znacznie mniejszą grubość ścianek Zawartość pary w rdzeniu reaktora powoduje jednak, że gęstość mocy w reaktorze z wrzącą wodą jest mniejsza (do

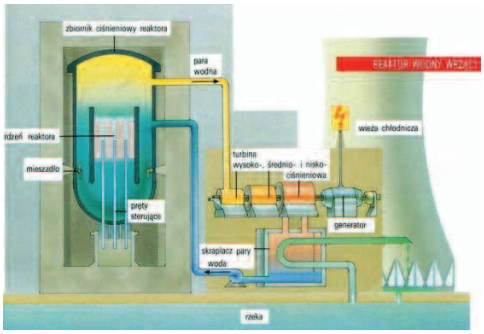


50 MW/m3) niż w reaktorze PWR i dla tej samej mocy zbiornik musi mieć większe wymiary. Pręty regulacyjne są wprowadzane od dołu i służą do regulacji reaktywności oraz do wyrównywania rozkładu mocy w rdzeniu. Jest to konieczne ze względu na zmienny rozkład generowanego ciepła wzdłuż osi pionowej rdzenia, spowodowany zmianą gęstości wrzącej wody.

Wadą jednoobiegowego układu jest praca wszystkich urządzeń obiegu roboczego (turbiny, skraplacza, pomp wody zasilającej itd.) w warunkach radioaktywnych. Wymaga to stosowania specjalnych osłon przed promieniowaniem, co utrudnia obsługę urządzeń. Obieg chłodziwa wewnątrz zbiornika reaktora jest wymuszany za pomocą pomp recyrkulacyjnych zewnętrznych (zwykle dwie pompy) oraz kilkunastu pomp strumieniowych umieszczonych wewnątrz zbiornika na obwodzie rdzenia.

W separatorze i osuszaczu pary, umieszczonych w górnej części zbiornika, uzyskuje się parę nasyconą o wilgotności ok. 0,3-0,5% przy ciśnieniu ok. 7 MPa (o temperaturze ok. 280°C). Z tego względu, podobnie jak w elektrowniach z reaktorami ciśnieniowymi, sprawność ogólna elektrowni nie przekracza 34%.

Do reaktorów z wrzącą wodą zalicza się także lekkowodne reaktory kanałowe z moderatorem grafitowym, budowane w ZSRR i oznaczane symbolem RBMK. W reaktorze tym, w odróżnieniu od reaktorów zbiornikowych, pod wysokim ciśnieniem znajdują się jedynie kanały o niewielkiej średnicy, zawierające zestawy paliwowe, złożone z kilkunastu prętów paliwowych. Rdzeń reaktora stanowi zespół bloków grafitowych z osiowymi otworami na kanały paliwowe. Reflektor neutronów i jednocześnie osłonę biologiczną stanowi gruba (500 - 800 mm warstwa grafitu. Dodatkową osłonę biologiczną tworzy pierścieniowy zbiornik wodny otaczający reaktor, o grubości warstwy 1200 mm oraz betonowa ściana zbiornika - studni



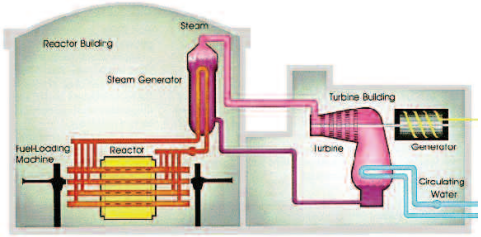
o grubości 2000 mm.

Do zalet tych reaktorów należą: możliwość budowy reaktorów o bardzo dużych mocach (ze względu na brak zbiornika ciśnieniowego), możliwość przeładunków paliwa w czasie pracy i łatwość wprowadzenia jądrowego przegrzewania pary. Główną wadą jest bardzo duża liczba skomplikowanych kanałów i ich płączeń kolektorowych (ponad 1500) i związane z tym większe prawdopodobieństwo awarii.

Reaktor CANDU - CANadian Deuterium-Uranium Reactor

Inną odmianą reaktora kanałowego jest reaktor z moderacją i chłodzeniem ciężką wodą D_2O, skonstruowany i rozwijany w Kanadzie pod nazwą CANDU. W reaktorach tych jest stosowany jako paliwo uran naturalny, mały przekrój czynny ciężkiej wody na pochłanianie neutronów zapewnia bowiem korzystny bilans neutronów.

Rdzeń reaktora ma wymiary znacznie większe niż w reaktorach lekkowodnych, co wynika z gorszych właściwości spowalniania neutronów przez ciężką wodę i związanego z tym większego stosunku masy moderatora do paliwa. Duże wymiary rdzenia są właśnie przyczyną zastosowania kanałowego systemu chłodzenia. Typowe reaktory CANDU mają układ dwuobiegowy. Ciśnieniowy obieg



pierwotny (D_20 pod ciśnieniem ok. 11 MPa) jest podobny jak w reaktorach PWR; w obiegu wtórnym stosuje się lekką wodę w stanie pary nasyconej o parametrach 4,7 MPa, 260°C, wytwarzaną w wytwornicy sprzęgającej oba obiegi.

Reaktory gazowo-grafitowe GCR Gas-Cooled graphite-moderated Reactor

Reaktory chłodzone gazem z moderatorem grafitowym odznaczają się prostą budową i dużą niezawodnością. Zastosowanie gazu jako chłodziwa reaktorowego pozwala zwiększyć temperaturę chłodziwa na wylocie z rdzenia bez potrzeby zwiększania ciśnienia. Dopuszczalna temperatura na wylocie z reaktora jest więc ograniczona jedynie trwałością paliwa i materiałów konstrukcyjnych reaktora. Do zalet należą też: niski stopień aktywowania się gazu, mały przekrój czynny na pochłanianie neutronów i mały koszt. Podstawową wadą są jednak niekorzystne właściwości cieplne gazu, wymagające dużych powierzchni wymiany ciepła (a więc i wymiarów urządzeń) oraz dużych mocy niezbędnych do przetłaczania gazu przez rdzeń. W związku z tym gęstość mocy nie przekracza l MW/m3. W kolejności chronologicznej ich powstawania, pierwszymi były reaktory, w których chłodziwem był dwutlenek węgla, paliwem natomiast metaliczny uran naturalny w użebrowanych koszulkach ze stopu magnezowego, zwanego Magnoksem. Pierwsze reaktory tego typu, zwane często magnoksowymi, uruchomiono w 1956 r. (Calder Hali -W. Brytania, Marcoule - Francja). Największe dwa reaktory magnoksowe uruchomiono w 1971 r. w elektrowni Wylfa w W. Brytanii. Każdy blok ma moc 590 MW i osiąga sprawność 31,5%. Rdzeń reaktora, wykonany z kształtek grafitowych z kanałami paliwowymi, jest umieszczony w sferycznym zbiorniku z betonu sprężonego i chłodzony dwutlenkiem węgla o ciśnieniu 2,8 MPa. Tem-

peratura chłodziwa na wyjściu z rdzenia jest ograniczona wytrzymałością koszulki z Magnoksu i wynosi 415°C; średni przyrost temperatury CO_2 w rdzeniu - ok. 200°C. W wytwornicy pary jest otrzymywana para wodna o ciśnieniu ok. 5,0 MPa i temperaturze 400°C, która jest czynnikiem roboczym w obiegu wtórnym. Osiągana głębokość wypalenia paliwa w reaktorach magnoksowych wynosiła do 4,7 MWd/kg (0,406 TJ/kg).

Reaktory zaawansowane gazowo-grafitowe - AGR Advanced Gas-cooled graphite-moderated Reactor

Zastąpienie koszulki magnoksowej koszulką ze stali nierdzewnej lub Zircaloyu pozwala podwyższyć temperaturę CO_2 na wyjściu z rdzenia do ok. 650°C i zastosować turbiny o parametrach typowych dla elektrowni konwencjonalnych. Pogarsza to jednak bilans neutronów, co wymaga wzbogacenia uranu do 2 - 3%. Reaktory te, oznaczone symbolem AGR stanowią drugie pokolenie energetycznych reaktorów gazowo-grafitowych. Wdrożone zostały w kilku elektrowniach brytyjskich, z których pierwszą była dwureaktorowa elektrownia Dungeness o mocy elektrycznej 1230 MW. W elektrowniach tych temperatura CO_2 na wylocie z rdzenia wynosi 645°C, ciśnienie w obiegu pierwotnym 4,3 MPa. W wytwornicy uzyskuje się parę prze-

grzaną do obiegu wtórnego o ciśnieniu 16 MPa i temperaturze 565°C, co umożliwia zastosowanie typowych, sprawdzonych w elektrowniach konwencjonalnych, urządzeń obiegu wtórnego.

Rdzeń reaktora o średnicy 9,1 m i wysokości 8,3 m jest umieszczony w cylindrycznym zbiorniku z betonu sprężonego o średnicy wewnętrznej 18,9 m, wysokości 17,7 m i grubości ściany 5,0 m. Osiągana głębokość wypalenia - 18 MWd/kg (1,55 TJ/kg). Dzięki dużej ogólnej sprawności elektrowni z reaktorami AGR, wynoszącej ok. 41%, koszty produkcji energii elektrycznej są najmniejsze spośród wszystkich typów elektrowni eksploatowanych w W. Brytanii.

Trzecim pokoleniem reaktorów gazowo-grafitowych, będących jednocześnie wynikiem dalszego ich rozwoju w sensie znacznego podwyższenia temperatury chłodziwa na wylocie z reaktora są reaktory wysokotemperaturowe HTGR. Paliwem w reaktorach HTGR jest wysoko wzbogacony (do 93%) uran w postaci węglika uranu UC_2, który tworzy mieszaninę z węglikiem toru ThC_2, jako materiałem paliworodnym. Paliwo jest w postaci granulek o średnicy ułamka milimetra pokrytych kilkoma warstwami: porowatego grafitu pirolitycznego, litego grafity, pirolitycznego, węglika krzemu i znów litego grafitu, spełniających funkcję koszulki. Granulki te są zaprasowane w matrycy grafitowej w formie cylindrów (wersja w USA) lub kul (wersja w RFN).

Temperatury panujące w rdzeniu (do 1100°C) powodują, że funkcję materiałów konstrukcyjnych spełnia grafit, który jest jednocześnie moderatorem i reflektorem neutronów. Jako chłodziwo jest stosowany obojętny chemicznie hel, charakteryzujący się dobrymi właściwościami odprowadzania ciepła.

Wytrzymałość mechaniczna grafitu (zwiększająca się ze wzrostem temperatury), mała aktywność helu i duży ujemny współczynnik temperaturowy reaktywności zapewniają wysoki stopień bezpieczeństwa reaktora. W reaktorze są cztery bariery dla wydostania się (w przypadku awarii) promieniotwórczych substancji do otoczenia: pirowęglowe pokrycie granulek, grafitowa matryca z powłoką z gęstego grafitu, blok reaktora z betonu sprężonego i obudowa bezpieczeństwa. Ma to istotne znaczenie w związku z perspektywą wykorzystania reaktorów HTGR w kompleksowej gospodarce energetycznej (np. wytop surówki, synteza chemiczna zgazowanie węgla, produkcja energii elektrycznej), co wiąże się z lokalizacją ich w pobliżu miast i zakładów przemysłowych.

Prototypowa elektrownia Schmehausen (RFN) z reaktorem THTR (Thorium High Temperature Reactor), o mocy elektrycznej 300 MW jest dwuobiegowa: obieg pierwotny - helowy, umieszczony w zbiorniku z betonu sprężonego, obieg wtórny - parowo-wodny. Rdzeń tzw. usypany składa się z 675 000 kuł paliwowych o średnicy ok. 60 mm, umieszczonych w grafitowym pojemniku, stanowiącymi jednocześnie reflektor neutronów. Wymiana wypalonych kuł, przemieszczających się powoli w dół, zachodzi w sposób ciągły podczas pracy reaktora. Temperatura helu na wylocie z rdzenia wynosi 750°C, ciśnienie w obiegu pierwotnym 3,9 MPa. Para przegrzana otrzymywana w sześciu wytwornicach ma parametry 17,7 MPa, 530°C. Osiągane wypalenie - 113 MWd/kg (9,76 TJ/kg).

Oprócz wykorzystania reaktorów HTGR w układach dwuobiegowych, rysuje się możliwość ich zastosowania w jednoobiegowych elektrowniach z turbinami gazowymi (helowymi). Zastosowanie wysokotemperaturowej turbiny helowej pozwoli znacznie uprościć układ elektrowni i zwiększyć jej sprawność do ok. 45%.

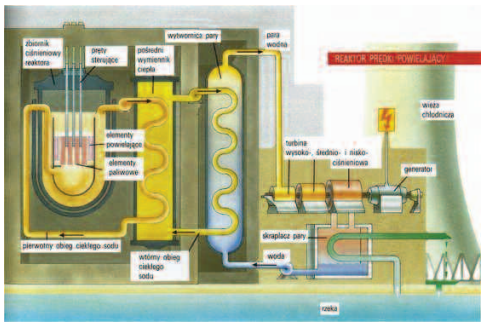
Reaktor prędki powielający - FBR **F**ast **B**reeder **R**eactor

Najbardziej zaawansowanym w rozwoju spośród reaktorów prędkich powielających jest reaktor chłodzony ciekłym sodem LMFBR. Reaktory sodowe mają trzy obiegi chłodzenia: pierwotny - zawierający sód radioaktywny, pośredni - zawierający sód nieaktywny, i wtórny (roboczy) obieg parowo-wodny. W obu obiegach sodowych panuje niskie ciśnienie co zmniejsza wyraźnie prawdopodobieństwo uszkodzenia się wymiennika sód-sód i przedostania się radioaktywnego sodu do obiegu pośredniego. Ze względu na temperaturę topnienia sodu 98°C, urządzenia obu obiegów sodowych muszą być podgrzewane (także przy wyłączonym reaktorze), aby nie dopuścić do zestalenia się sodu.

Reaktory sodowe są wykonywane w dwóch odmianach konstrukcyjnych: basenowej i pętlowej. W układzie basenowym cały obieg pierwotny (z wymiennikami sód-sód i pompami obiegowymi) jest umieszczony w dużym zbiorniku (basenie) wypełnionym sodem. Wypływa z niego do wytwornicy pary sód obiegu pośredniego, po czym wraca z powrotem. W układzie pętlowym elementy obiegu pierwotnego są wyodrębnione i umieszczone w osobnych zbiornikach (jak w reaktorach PWR).

Prace nad reaktorami prędkimi są prowadzone od ponad 30 lat i doprowadziły do zbudowania wielu reaktorów prototypowych, z których największy BN-600 o mocy elektrycznej 600 MW uruchomiono w Biełojarsku (ZSRR) w 1982 r. Pierwszy w pełnej skali komercjalny reaktor prędki Super Phenix o mocy elektrycznej 1200 MW został uruchomiony w 1985 r. w elektrowni Creys-Malville we Francji. Obydwa wymienione reaktory są typu basenowego.

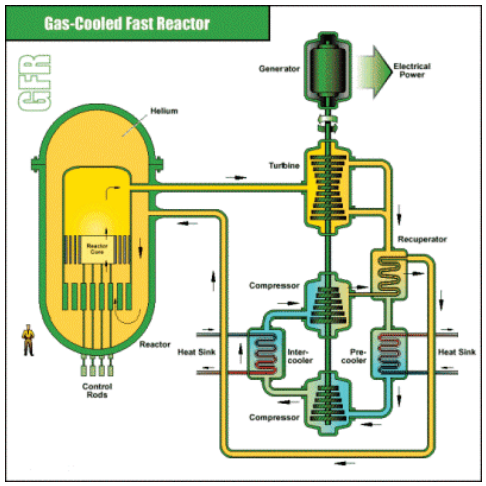
Wszystkie elementy obiegu pierwotnego reaktora Super Phenix, tj. rdzeń o mocy cieplnej 3000 MW, cztery główne pompy obiegowe sodowe i osiem wymienników sód-sód, są umieszczone w cylindrycznym zbiorniku o średnicy 21 m, wykonanym ze stali austenitycznej. Obieg pośredni stanowią cztery pętle sodowe. Para przegrzana o parametrach 17,7 MPa i 487°C, wytwarzana w czterech wytwornicach o wydajności po 340 kg/s napędza dwie turbiny o mocy 600 MW każda.



W centralnej części rdzenia są umieszczone zestawy paliwowe zawierające 15 - 18% plutonu. Otacza je płaszcz utworzony z zestawów materiału paliworodnego (zubożony UO_2). Podobnie w każdym pręcie paliwowym strefa centralna jest wypełniona pastylkami (UO_2 + PuO_2), a strefy górna i dolna - pastylkami ze zubożonego UO_2. W ten sposób paliwo w rdzeniu jest ze wszystkich stron otoczone warstwą materiału paliworodnego. Współczynnik powielania w reaktorze Super Phenix wynosi 1,18 maksymalne wypalenie 70 MWd/kg (6,08 TJ/kg), a sprawność ogólna elektrowni 40%.

Reaktory IV generacji
Reaktor prędki chłodzony gazem - GFR

System GFR posiada reaktor prędki, chłodzony helem oraz zamknięty cykl paliwowy dla wydajnego powielania paliwa oraz zagospodarowywania aktynowców. GFR używa turbiny helowej w cyklu jedno-obiegowym dającym wysoką sprawność wytwarzania energii elektrycznej oraz z możliwością oddania ciepła do termochemicznej produkcji wodoru.



Dzięki kombinacji prędkiego spektrum neutronów i pełnej recyklizacji aktynowców, GFR minimalizuje wytwarzanie długożyciowych izotopów odpadów radioaktywnych. Szybkie spektrum umożliwia również wyko-

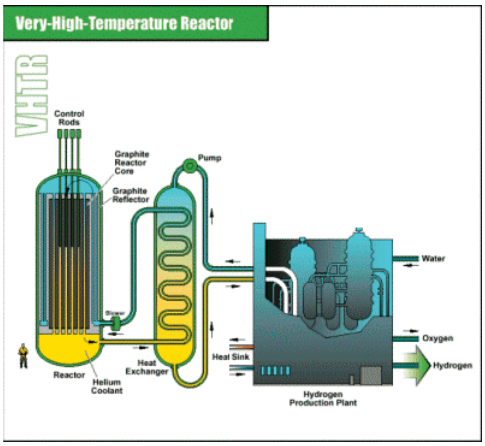
rzystanie dostępnego materiału rozszczepialnego i rodnego (w tym zubożony uran z ośrodków wzbogacania) o dwa rzędy wielkości wydajniej niż reaktory gazowe o termicznym spektrum neutronów z jednokrotnymi cyklami paliwowymi. Referencyjny reaktor GFR zakłada zintegrowane przetwarzanie na miejscu zużytego paliwa i jego refabrykację.

System GFR uzyskał najwyższą ocenę w obszarze zrównoważonego rozwoju dzięki zamkniętemu cyklowi paliwowemu i zagospodarowywaniu aktynowców. Został oceniony jako dobry w obszarze bezpieczeństwa, ekonomii oraz odporności na proliferację i fizycznej ochrony. Rozwijany byłby w pierwszym rzędzie dla produkcji energii elektrycznej i zagospodarowywania odpadów, ale mógłby również być podstawą dla produkcji wodoru. Oceniono, że GFRy mogłyby być budowane od ok. 2025 r.

Reaktor wysokotemperaturowy VHTR

VHTR jest moderowanym grafitem, chłodzonym helem reaktorem o termicznym spektrum neutronów. Może dostarczać ciepła jądrowego z temperaturami na wyjściu z rdzenia - 1000°C. Ta wysoka temperatura na wyjściu umożliwia zastosowanie ciepła jądrowego do wydajnego wytwarzania wodoru oraz innych procesów przemysłowych. Rdzeń reaktora VHTR może być pryzmatyczno-blokowy lub w postaci złoża usypanego. Do wytwarzania energii elektrycznej VHTR może być zaprojektowany jako jedno-obiegowy, ze sprawnością ponad 50% przy 1000°C. Kogeneracja ciepła i energii elektrycznej powoduje, że VHTR staje się atrakcyjnym źródłem ciepła dla dużych kompleksów przemysłowych, w tym rafinerii i przemysłu petrochemicznego, gdzie można substytuować duże ilości ciepła (stanowiące stratę na konwersji ropy) przy różnych temperaturach, z uwzględnieniem wytwarzania wodoru dla ulepszania ciężkiej i zakwaszonej surowej ropy.

VHTR zostały wysoko ocenione z ekonomicznego punktu widzenia dzięki ich wysokiej wydajności w produkcji wodoru. Również otrzymały one wysoką notę w dziedzinie bezpieczeństwa i niezawodności dzięki cechom immanentnego bezpieczeństwa paliwa i reaktora. VHTR oceniono jako dobry z punktu widzenia odporności na proliferację i ochrony fizycznej oraz jako neutralny z punktu widzenia zrównoważonego rozwoju z powodu otwartego cyklu paliwowego. Ocenia się, że systemy VHTR będzie można budować od około 2020 r.



Nadkrytyczny reaktor wodny SCWR

SCWR są wysokotemperaturowymi, wysokociśnieniowymi reaktorami chłodzonymi wodą pracującymi powyżej termodynamicznej krytycznej temperatury wody (374°C, 22,1 MPa). Układy te mogą mieć termiczne lub prędkie spektrum neutronów w zależności od projektu rdzenia. Sprawność SCWR może zbliżać się do 44%, w porównaniu z 33-35% dla LWRów. Dla opcji z neutronami termicznymi cykl paliwowy jest cyklem jednokrotnego wykorzystania paliwa uranowego. W przypadku opcji z neutronami prędkimi, mamy do czynienia z centrami przetwarzania paliwa opartymi na zaawansowanym przetwarzaniu wodnym dla recyklizacji wypalonego paliwa. W obu przypadkach reaktor wzorcowy miałby moc 1700 MWe. Zbiornik reaktora SCWR jest podobny do zbiornika reaktora PWR (choć występuje tylko jeden obieg, tj. obieg pierwotny podobnie jak w BWRach). Czynnik chłodzący (woda) wchodzi do reaktora przy wysokim ciśnieniu (25 MPa) w temperaturze 280°C. Jest on ogrzewany do temperatury około 510°C i podawany do układu konwersji energii, który łączy cechy technologii LWR oraz nadkrytycz-

UWAGA !!!

SPECJALNA OFERTA TYLKO DLA CZŁONKÓW STOWARZYSZENIA

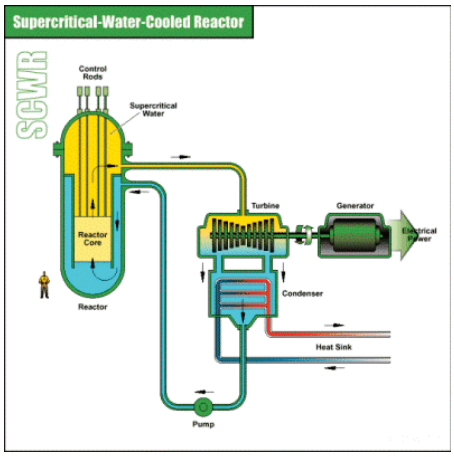
REWELACYJNE KORZYŚCI , REWOLUCYJNYCH TECHNOLOGII UŻYWANYCH DO ZAPEWNIENIA DOBREGO ROZUMIENIA MOWY W HAŁASIE !

ZAPRASZAMY DO SPRAWDZENIA TYCH TECHNOLOGII NA WŁASNYCH USZACH W CZASIE SPECJALNEJ DEMONSTRACJI W METRO HEARING AID CLINIC . WIZYTY PROSZĘ UMAWIAĆ TELEFONICZNIE .

ZAPRASZAMY !

nych kotłów na paliwa kopalne. Wysoko, średnio i niskociśnieniowe turbiny są stosowane wraz z dwoma układami przegrzewania.

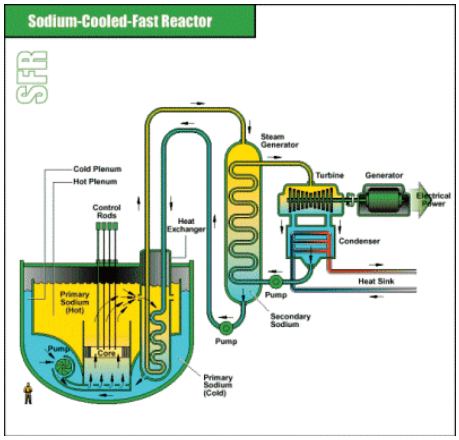
Układy SCWR ocenione zostały wysoko z ekonomicznego punktu widzenia dzięki wysokiej sprawności cieplnej i prostocie bu-



dowy. Gdyby udało się zastosować prędkie spektrum, zostałoby ocenione również wysoko z punktu widzenia zrównoważonego rozwoju. SCWR oceniono jako dobre z punktu widzenia bezpieczeństwa, odporności na proliferację i fizycznej ochrony. Podstawowym zadaniem SCWR byłaby produkcja energii elektrycznej z opcją gospodarowania aktynowcami. Mogłyby one być budowane od 2025 r.

Reaktor prędki chłodzony sodem SFR

System SFR stanowi reaktor o prędkim spektrum neutronów oraz zamkniętym cyklu paliwowym. Zasadniczym celem SFR jest gospodarowanie odpadami wysokoaktywnymi, a w szczególności gospodarowanie plutonem i innymi aktynowcami. Wraz z innowacjami prowadzącymi do redukcji kosztów kapitałowych, zadanie SFR może zostać rozciągnięte



na produkcję energii elektrycznej biorąc pod uwagę udowodnioną zdolność reaktorów sodowych do użytkowania prawie całej energii zawartej w uranie naturalnym w porównaniu z 1- procentowym wykorzystaniem właściwym systemom o spektrum termicznym neutronów.

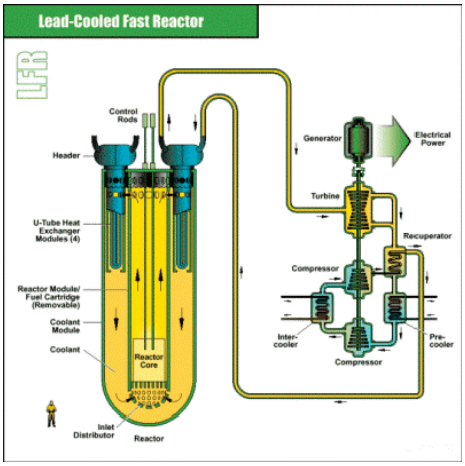
Cała seria opcji dot. wielkości reaktora jest dostępna dla SFR, od systemów modularnych rzędu kilkuset MWe do dużych reaktorów monolitycznych o mocy 1500-1700 MWe. Temperatura sodu na wyjściu z reaktora wynosi 530-550°C. Obieg pierwotny może być ułożony w postaci basenu lub w postaci kompaktowej pętli. Mniejsze reaktory stosowałyby paliwo w postaci stopu metalicznego uran-pluton + niewielki dodatek aktynowców z cyrkonem w oparciu o cykl paliwowy z pirometalurgicznym przetwarzaniem paliwa wypalonego w instalacjach połączonych z elektrownią. Większe układy stosowałyby paliwo w postaci mieszanki tlenków uranu i plutonu w oparciu o zaawansowany klasyczny przerób w fazie ciekłej w centrum obsługującym pewną liczbę reaktorów.

System SFR otrzymał najwyższą ocenę w obszarze zrównoważonego rozwoju dzięki zamkniętemu cyklowi paliwowemu, w tym doskonałej gospodarki aktynowcami i powiększeniu zasobów paliwa. Oceniony został jako dobry z punktu widzenia bezpieczeństwa, ekonomii oraz odporności na proliferację i fizycznej ochrony. Jego pierwszorzędnym zadaniem byłaby produkcja energii elektrycznej i gospodarowanie aktynowcami. Ocenia się, że systemy na paliwo w postaci tlenków byłyby możliwe do budowy około 2015 r.

Reaktor prędki chłodzony ołowiem LFR

Systemy LFR są reaktorami chłodzonymi ołowiem lub stopem ołowiu z bizmutem o prędkim spektrum neutronów i zamkniętym cyklu paliwowym. Paliwo LFR jest w postaci metalicznej lub azotków i zawiera rodny uran oraz transuranowce. Wśród możliwych opcji mamy baterie o długim okresie pomiędzy wymianami paliwa o mocy 50-150 MWe, system modularny o mocy modułu 300-400 MWe oraz dużą instalację monolityczną o mocy 1200 MWe. Opcje te dostarczają szeregu produktów energetycznych.

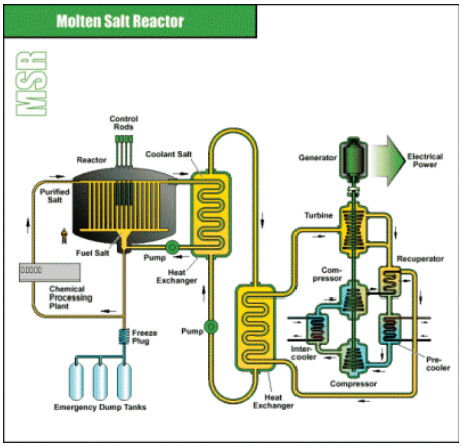
Opcja baterii LFR jest małą instalacją produkowaną fabrycznie gotową do natychmiastowego uruchomienia, pracującą w cyklu zamkniętym o bardzo długim okresie wy-



miany (15 do 20 lat) kasety rdzenia lub wymiennego modułu reaktorowego z paliwem. Jej właściwości zostały zaprojektowane w odpowiedzi na sprzyjające okoliczności rynku dla produkcji energii elektrycznej w małych sieciach oraz dla krajów rozwijających się, które mogą nie chcieć rozwijać krajowej infrastruktury cyklu paliwowego jako podstawy dla ich jądrowych systemów energetycznych. Jego małe rozmiary, zmniejszone koszty i pełny serwis cyklu paliwowego mogą się okazać atrakcyjne dla tych rynków. Opcja ta uzyskała najwyższą ocenę z punktu widzenia celów Generacji IV wśród opcji LFR, ale również ma ona największe potrzeby badawczo-rozwojowe i najdłuższy okres rozwoju. Systemy LFR uzyskały najwyższą ocenę w obszarze zrównoważonego rozwoju dzięki zamkniętemu cyklowi paliwowemu oraz w obszarze odporności na proliferację i fizycznej ochrony dzięki długożyciowym rdzeniom. Zostały one ocenione jako dobre w obszarze bezpieczeństwa i ekonomii. Pierwszorzędnym zadaniem LFRów byłaby produkcja energii elektrycznej jak również produkcja wodoru i gospodarowanie aktynowcami.

Reaktor chłodzony stopionymi solami MSR

W systemie MSR paliwo stanowi ciekłą mieszaninę fluorków sodu, cyrkonu i uranu. Spektrum neutronów może być epitermiczne i termiczne. Paliwo w postaci stopionych soli przepływa poprzez kanały w rdzeniu grafitowym dając termiczne spektrum neutronów. Ciepło powstałe w stopionej soli jest przekazywane w wymiennikach ciepła do wtórnego obiegu chłodzącego, a następnie w kolejnych wymiennikach ciepła do obiegu konwersji energii. Aktynowce i większość produktów rozpadu tworzą fluorki w ciekłym chłodziwie.



Jednolite ciekłe paliwo umożliwia dodawanie aktynowców o zmiennym składzie zmieniając szybkość podawania. System pracuje przy niskich ciśnieniach i temperaturach czynnika chłodzącego dochodzących do ponad 700°C. Referencyjna instalacja jest na moc 1000 MWe.

System MSR uzyskał najwyższą ocenę w obszarze zrównoważonego rozwoju dzięki zamkniętemu cyklowi paliwowemu i doskonałej gospodarce aktynowcami. Został oceniony jako dobry w obszarze bezpieczeństwa oraz odporności na proliferację i fizycznej ochrony. Jednak został oceniony jako neutralny ekonomicznie z powodu dużej ilości podsystemów. Stwierdzono możliwość budowy systemów MSR od ok. 2025 r.

Nowi Członkowie SIP przyjęci w okresie od 13/10/2006 do 24/06/2007

Imię	Nazwisko	Numer Członkowski	Oddział SIP	Miasto Studiów/ Rok	Specjalność
Janusz	Majerski	2453	Mississauga	Olsztyn, 1976	Environmental Engineering
Józef	Oraczewski	2454	Mississauga	Szczecin, 1975	Agricultural Engineering
Józef	Szpakowski	2455	Hamilton	Kraków, 1927	Electronics Engineering
Marek	Czekański	2456	Toronto	Wrocław, 1995	Mechanical Engineering
Dominik	Majda	2457	Mississauga	Thunder Bay, 2006	Electrical Engineering
Marek	Marynowicz	2458	Hamilton	Hamilton, 2005	Chemical Engineering
Andrew	Sochaj	2459	Mississauga	Lublin, 1972	Mechanical Engineering
Katarzyna	Kuźniar	2460	Toronto	Kraków, 1989	Civil Engineering
Ryszard	Kuźniar	2461	Toronto	Kraków, 1985	Mechanical Engineering
Mirosław	Kicia	2462	Mississauga	Lublin, 2005	Mechanical Engineering

Serdecznie witamy nowe Koleżanki i Kolegów w naszym Stowarzyszeniu. Gratulujemy i zachęcamy do aktywnego udzialu w działalności w Stowarzysyeniu czy to w Oddziałach, czy w Komisjach czy przy organizowaniu różnych imprez, odczytów, prezentacji. Zapraszamy do pisania w New Link.

Fundusz Wieczysty Milenium Polski Chrześcijańskiej w Kanadzie

CANADIAN POLISH MILLENNIUM FUND 966 1966

Biuro FWM ma swą siedzibę pod adresem: 288 Roncesvalles Ave, Toronto, M6R 2M4, Ontario, Canada.
Tel/Fax (416) 532-1921
Godz. urzędowania: wtorki i czwartki od godz. 10:00 do 14:00.
E-mail: cpmf@millenniumfund.ca
Website: www.millenniumfund.ca

Cel - Założenie Funduszu Wieczystego Milenium (FWM) Polski Chrześcijańskiej w Kanadzie zostało uchwalone na Walnym Zjeździe Kongresu Polonii Kanadyjskiej (KPK) w 1960r. aby upamiętnić 1000-lecie Polski Chrześcijańskiej które miało miejsce w 1966r. Statut FWM został zarejestrowany w Sekretariacie Stanu w 1964r. Założycielami FWM byli Teodor Barankiewicz, Stanisław Haidasz, Stefan Malicki, Ernest Matura, Zygmunt Rusinek, ks. Michael Smith OMI i Jan Waszg.

Celem Funduszu jest propagowanie i popieranie finansowo wszystkich zainteresowań wiążących się z kulturą polską, pomoc w studiach akademickich studentom polskiego pochodzenia, wspieranie szkół polskich, bibliotek, instytucji naukowych, Związku Harcerstwa Polskiego poza granicami Kraju (ZHP pgK) oraz polonijnych organizacji młodzieżowych w Kanadzie.

Członkostwo - Kierownictwo FWM jest wybierane z szerokiej reprezentacji polonijnej społeczności. Składa się ono z 27 kuratorów typowanych przez KPK oraz polskie duchowieństwo. Kuratorzy wybierają ze swego grona Zarząd.

Zarząd - Zarząd składa się z 9 dyrektorów. Oficerami korporacji są: Prezes, trzech Wice-Prezesów, Sekretarz Generalny oraz Skarbnik.

POMAGAMY POLONII I POLAKOM W KANADZIE –STUDENTOM, ORGANIZACJOM, UNIWERSYTETOM

Z życia oddziałów - Hamilton i Mississauga

Dalszy ciąg na stronie 21

Piknik w Valens

Dnia 24.06 br. O/Hamilton zorganizował doroczny piknik w Valens Conservation Area, On. Lokalizacja ta jest dogodna dla członków kilku Oddziałów /Hamilton, Kitchener, Mississauga, a nawet i Toronto/. Na piknik przybyli członkowie SIP z kilku Oddziałów. Pogoda, frekwencja i humory dopisały co pokazują załączone zdjęcia. Jak zwykle był prosiak pieczony ufundowany przez Zarząd Główny. Na tegorocznym pikniku kol. Świętorzecka, członek ZG ds. projektów specjalnych, zorganizowała loterię fantową i prezentację biżuterii wykonanej z naturalnych półszlachetnych kamieni przez Marię Anker, właścicielkę "Mia's Creationtions".

Główną nagrodę, naszyjnik w kolorach polskiej flagi z czerwonego korala i białego howelitu wygrała kol. Janina Stensson z Oddziału Toronto. Dochód z loterii zasilił kasę ZG. Łącząc przyjemne z pożytecznym, podczas pikniku odbyło się kolejne posiedzenia Zarządu Głównego SIP.

Od maja 2007 SIP ma banner z nazwą Stowarzyszenia w dwu językach. Uświetnia on nasze imprezy, konferencje, spotkania. W Valens też wskazywał miejsce biwakowania. Byliśmy bardziej widoczni dla innych.

ASSOCIATION OF POLISH ENGINEERS IN CANADA

Founded in 1941

STOWARZYSZENIE INŻYNIERÓW POLSKICH W KANADZIE

Posiedzenia ZG SIP

Posiedzenia ZG SIP zwykle odbywają się raz na miesiąc w Domu SPK przy Beverley St. w Toronto. Ostatnio najczęściej w bibliotece. Parę zdjęć obok pokazuje jak one wyglądają. Czasami posiedzenia ZG odbywają się poza budznkiem SPK, można powiedzieć w terenia jak to ostatnio było na pikniku w Valens. Posiedzeniom w ostatnich dwu kadencjach zawsze przewodniczy Prezes Hieronim Teresiński.

Silniki jonowe

mgr inż. Janusz Bujnowski

Silniki te należy zaszeregować do silników odrzutowych, a jednocześnie plazmowych, rakietowych i elektrycznych czy też elektromagnetycznych w pewnych rozwiązaniach. Czynnikiem nośnym, czyli paliwem, są w nim jony rozpędzane w wyniku oddziaływania elektrycznego i elektromagnetycznego. Silnie zjonizowany gaz nazwa się plazmą. Plazma jest gazem elektrycznie quasi-obojętnym. Jest uważana jako czwarty stan skupienia materii i jest dobrym przewodnikiem elektryczności.

Brzmi to dosyć skomplikowanie i nieco z obszaru science fiction. Tak jak z napędem statku gwiezdnego Enterprise z serialu telewizyjnego Star Trek. Statku poruszającego się po galaktyce ze swobodą „bez granic" i prędkością daleko przekraczającą prędkość światła. Autorzy wymyślili napęd odrzutowy antymaterią, która w serialu wyróżniała się niebieskim strumieniem świetlnym wydostającym się z dysz silników.

Sonda Dawn na orbicie Ziemi przy wschodzie Słońca - wizja artysty

W pewnej mierze ta science fiction stała się dzisiaj rzeczywistością. Jest to związane z kilkoma satelitami i sondami kosmicznym w tym najnowszą Dawn i jej poprzedniczką Deep Space 1. Ta pierwsza miała wystartować w swą misję do pasa asteroidów w lipcu 2007. Misję kosztowną /446 mln USD/ i wieloletnią i mającą do pokonania wiele miliardów mil w przestrzeni kosmicznej. Przypomnę, że odległość Ziemi od Słońca to około 94 mln mil. Statek napędzać ma silnik elektryczny jonowy dający tak jak w Enterprise jarzący się na niebiesko strumień jonów ksenonu. Gaz ten niejako stał się paliwem. Na wyprawę zabiera się go 835 funtów. Całość statku waży 2696 funtów. Silniki Dawn mogą zwiększyć jego prędkość o 7 mil na sekundę tj. tyle ile ma nadać mu rakieta w czasie startu. Żaden z dotychczasowych statków kosmicznych nie miał takich możliwości napędowych jak Dawn. Niestety pogoda i problemy techniczne pokrzyżowały plany i w okresie okna startowego od 7 do 11 lipca nie można było dokonać startu. Dawn więc został zdemontowany z rakiety nośnej i stanowisko opróżniono dla umożliwienia startu kolejnej misji marsjańskiej /Mars Phoenix/. Kolejny start wyznaczono na 28 września 2007.

Dawn ma trzy silniki jonowe. Będą one używane przemiennie. Między ich włączaniem i wyłączaniem będą okresy bez pracy na komunikację z sondą. Łącznie silniki te będą pracowały ponad 2000 dni. Gaz ksenon będzie sprężony. Silniki mają ciąg do 92 mN. Zjonizowane cząsteczki gazu ksenon są rozpędzane do prędkości ponad 10 krotne większej niż gazy spalinowe wypływające z dyszy silników odrzutowych czy rakietowych na paliwo chemiczne. Dają więc o wiele większy impuls niż te ostatnie. (Impuls to liczba określająca ciąg generowany na jednostkę paliwa - więcej w przypisach na końcu artykułu). Idea silników jonowych polega na utworzeniu z neutralnych cząstek, cząstki naładowane elektrycznie zwane jonami przez co mogą być przyśpieszane w polu elektro-magnetycznym. Dokonuje się tego przez wybijanie elektronów z atomów paliwa. Gdy gaz jest już zjonizowany przepuszcza się go przez silne pole magnetyczne.

Sonda Dawn po zdjęciu z wierzchołka rakiety Delta II i dostarczona do firmy Astrotech

Historia napędu jonowego

Po tym krótkim wprowadzeniu przejdźmy do historii tego napędu. Ma ona ponad 60 lat.

Instalowanie silnika jonowego w zbiorniku próżniowzm Glenn Research Center

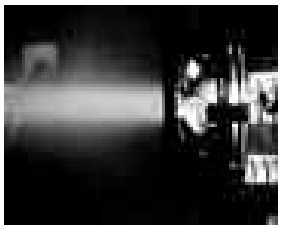
Pierwszy wpadł na pomysł napędu jonowego dr. Hermann Oberth. Urodził się on w 1894 roku w cesarstwie austro-węgierskim. Naukowiec fizyk pracujący w Rumunii i Niemczech przed II Wojną Światową, a potem we Włoszech, Niemczech, USA. Mając 18 lat rozpoczął studia medyczne, które przerwała I wojna światowa gdy wcielono go do wojska. Po jej zakończeniu studiował fizykę w Niemczech i w 1922 roku napisał pracę doktorską z dziedziny rakiet, która została odrzucona jako będąca utopią, a nie nauką, w uznaniu naukowego gremium uczelni. Niezrażony tym udał się do Rumunii gdzie na podstawie tego samego opracowania otrzymał tytuł doktora od rumuńskiego profesora. W Rumunii wykła-

dał fizykę i matematykę przez parę lat, a potem w Berlinie. Był entuzjastą rakiet i podróży kosmicznych. W Berlinie jego studentem był Wernher von Braun. Na podstawie swej pracy doktorskiej napisał książkę "Ways to Spaceflight". W latach 30-tych zaproponował swemu studentowi pracę nad napędem elektrycznym odrzutowym /inaczej jonowym/ przekazując mu wskazówki na ten temat. Jednak von Braun wtedy nie podjął tego tematu. Ale gdy znalazł się po wojnie w USA przypomniał sobie o wskazówkach Obertha i ukierunkował swych pracowników do prac badawczych w tym kierunku. H. Oberth wydał w 1939 roku książkę "Możliwości Lotów Kosmicznych", w której jeden rozdział był poświęcony „various problem of electric propulsion systems", gdzie przedstawił wizję statku kosmicznego mającego 150 tonowy ładunek.

Przy pracach na ten temat natknięto się na prace amerykańskiego pioniera astronautyki, R. Goddarda, który już w 1906 roku wzmiankował o możliwościach przyspieszania cząstek naładowanych elektrycznie do bardzo dużych prędkości bez potrzeby uzyskiwania w tym celu wysokich temperatur.

Prace nad napędem elektrycznym odrzutowym, albo inaczej zwanym jonowym, trwały w USA od lat 50-tych z różnym natężeniem. W okresie przygotowywania programu Apollo – lotu ludzi na księżyc, prace te zamierały, bowiem naukowców zabierano do tego programu.

Niemniej już w 1960 roku podjęto prace nad silnikami jonowymi dającymi ciąg rzędu 0.01 funta, potem 0.1 funta. W 1961 roku NASA zaangażowała do tych prac firmę Astro-Electronics oddział RCA, aby zaprojektować i zbudować siedem prototypów, część do badań naziemnych, a część w locie. W tamtym czasie były różne koncepcje pracy silników oparte na zasilaniu silnika jonami z cezu lub rtęci. Rakiety napędzane silnikami jonowymi nie mogą wygenerować takiego ciągu, aby wznieść się w polu ciążenia Ziemi. Potrzebne tutaj są napędy oparte na paliwach chemicznych. Ale po wyniesieniu na orbitę ziemską statki kosmiczne mogą być już napędzane silnikami jonowymi. Silniki jonowy są najbardziej wydajnymi z silników używanych obecnie w przestrzeni kosmicznej. Są one obecnie około dziesięć razy wydajniejsze niż powszechnie stosowane chemiczne silniki rakietowe.



Strumień jonów w NASA Glenn Research Center

Szczególnie gdy mają zdążać do celu przez długie okresy czasu, wtedy nawet te małe

Silnik jonowy FMT- poprzednik silnika NSTAR

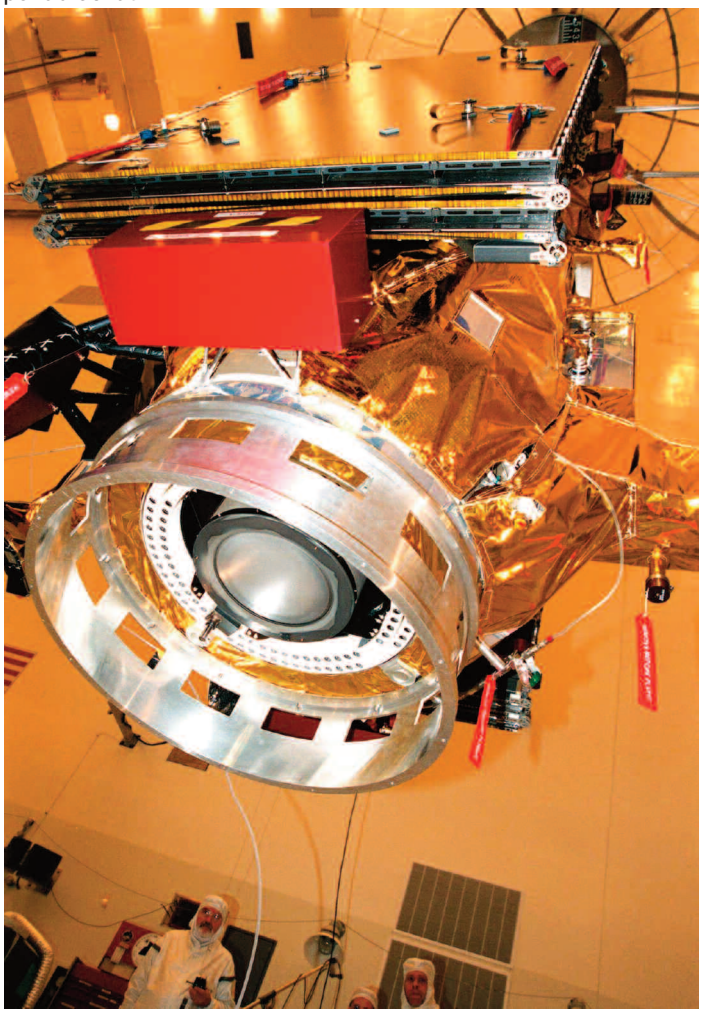
ciągi dają znaczny efekt. Jak wiemy, większość dotychczasowych misji międzyplanetarnych polega na lotach bez używania napędu po nadaniu początkowych znacznych prędkości. Są to niejako loty bezwładnościowe. Napęd wykorzystuje się chwilowo do korekcji toru lotu, albo w trakcie lądowania lub wchodzenia na orbitę innego ciała.

Zaleta użycia silnika jonowego jest więc widoczna. Działa on praktycznie cały czas podczas lotu.

Kolejne lata przyniosły realizację napędu jonowego, ale H. Oberth już tego nie doczekał. Zmarł 28 grudnia 1989 roku przeżywszy ponad 95 lat.

Silniki jonowe użyte w sondach

We wczesnych latach 90-tych (listopad 1992) w NASA Glenn Research Center (leżącym niedaleko Kanady na południowym brzegu jeziora Erie) wraz z Jet Propulsion Laboratory /JPL/ podjęto prace nad projektem NSTAR /NASA Solar Electric Power Technology Applications Readiness/. Celem było opracowanie silników jonowych opartych na ksenonie dla odległych misji kosmicznych /deep space missions/. Ksenon jest bezbarwnym gazem szlachetnym, chemicznie prawie obojętnym o temperaturze topnienia -111.8 ° C, a temperaturze wrzenia -107.1 st. C (bardzo mała różnica), około 4.5 razy cięższym od powietrza. Jest to pierwiastek chemiczny (symbol Xe) o liczbie atomowej 54 i masie atomu 131.3 należący do grupy helowców. Dla porównania żelazo, Fe ma liczbę atomową 26, a masę atomu 55.847. Stosowany do wypełniania elektronowych lamp błyskowych i barwnych reklam oświetleniowych czy żarówek halogenowych a taże w medycynie. Jest najcięższym gazem. Jego ciężar właściwy 0.0058 g/cm^3 w stanie gazowym, żelazo 7.85 w stanie stałym, stąd idealnie nadaje się do bycia paliwem jonowym. Wyrzucanie cięższych jonów daje większy ciąg.



W 1995 roku przyznano dla firmy Hughes Electron Dynamics fundusze na konstrukcję i wykonanie 30 cm silnika jonowego, a w zasadzie systemu napędowego do sondy kosmicznej Deep Space 1. Przy okazji należy nadmienić, że firmę tę w październiku 2000 roku wykupił Boeing i teraz nosi nazwę Boeing Electron Dynamics Devices, Inc. System ten składał się z silnika jonowego i trzech zespołów (power processor, digital control unit i interface unit). Ksenon przed doprowadzeniem do silnika jest podgrzewany.

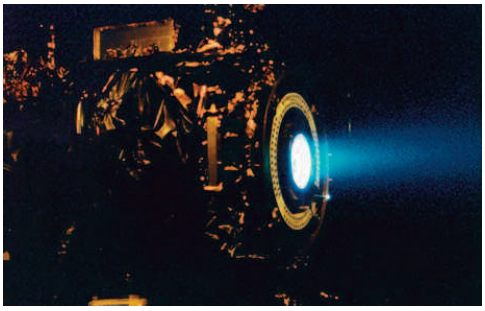
W czerwcu 1996 roku rozpoczęto długotrwałe testy naziemne w komorze próżniowej prototypowego silnika jonowego. W wrześniu 1997 silnik przeszedł pomyślnie próbę 8000 godzinną. Na podstawie tych testów dopracowano założenia dla pierwszego statku zwanego Deep Space 1.

Obok widok silnika jonowego na sondzie Deep Space1

Sonda Deep Space 1

24 października 1998 roku wystartowała rakieta Delta II wynosząca Deep Space 1 na orbitę do misji osiągnięcia innego ciała w kosmosie. Głównym celem było testowanie nowych technologii obniżających koszty i ryzyko przyszłych misji kosmicznych. Jedną z ważniejszych technologii był właśnie elektrostatyczny silnik jonowy NSTAR.

Silnik jonowy na Deep Space 1 osiągał impuls od 1000 do 3000 sekund. Jest to o rząd wielkości więcej niż impuls osiągany z paliw chemicznych. Daje to dużą oszczędność masy. Tak wiec w konsekwencji do obniżenia kosztów misji. Silnik dawał maksymalnie 0.092 Nt tj. około 1/3 uncji /około 9 gramów lub 0.02 funta/, to jednak umożliwił statkowi kosmicznemu osiągnięcie dużych prędkości dzięki długotrwałemu działaniu. Działał on przez 678 dni.

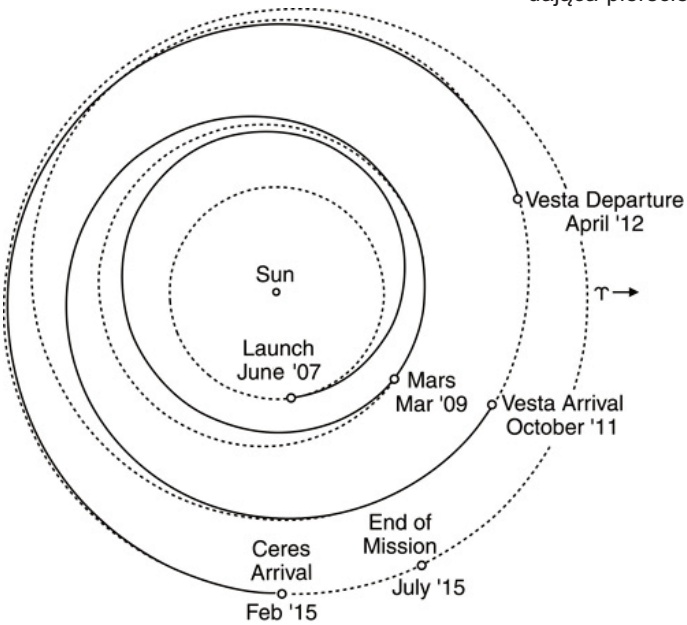


Napędowy system jonowy dla Deep Space 1 podczas testów

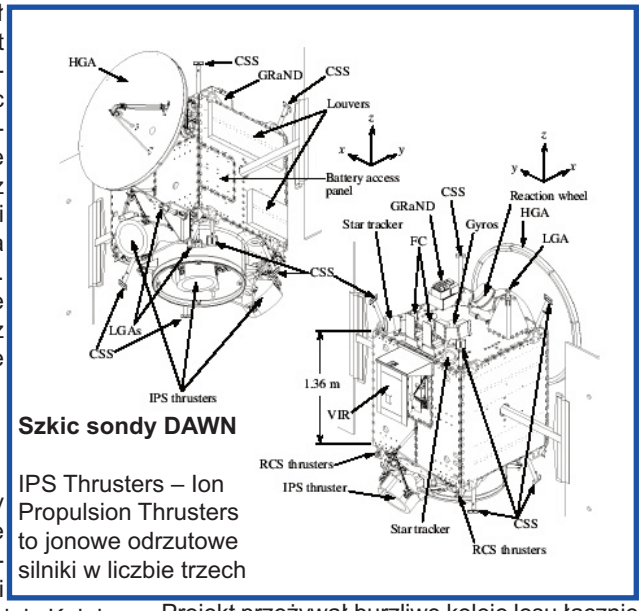
Projekt Deep Space 1 osiągnął swe główne cele w tym przelot w pobliżu asteroidu Braille i komety Borrelly przekazując cenne dane naukowe i zadziwiające zdjęcia. Zakończył się 18 grudnia 2001 roku przez wyłączenie zasilania z baterii słonecznych choć pozostał na orbicie wokoło-słonecznej. Baterie słoneczne na sondzie dawały do 2500 W mocy, z czego 2100 W było pobierane przez silnik jonowy.

Sonda Dawn

Po Deep Space 1 Japończycy wysłali w maju 2003 sondę Hayabusa do asteroidu Itokawa napędzaną 4 silnikami jonowymi. Misja jej trwa nadal. Kolejną misją dalekiej przestrzeni kosmicznej jest misja Dawn. Jest znacznie ambitniejsza niż pierwsza. Już same koszty o tym mówią. Deep Space kosztowała 150 mln USD przy kosztach statku 95 mln UDS, a Dawn 446 mln USD. Masa pierwszego statku przy starcie 1072 funty /486.3 kg/ łącznie z paliwem, a masa Dawn 2696 funtów w tym samego paliwa 935 funtów.



Dalsze różnice to baterie słoneczne. Są imponujących rozmiarów. Mogą generować 10 KW mocy. Długość paneli prawie 65 stóp to prawie tyle co skrzydło samolotu Boeing 767-200. Jest to największy rozstaw paneli z bateriami słonecznymi w amerykańskich sondach kosmicznych. Na satelitach na orbicie okołoziemskiej są jeszcze większe baterie słoneczne. Np. satelita zwiadowczy Lacrosse-2 ma około 100 stopowe panele, a wprowadzono go na orbitę prawie 20 lat temu (1988).



Szkic sondy DAWN

IPS Thrusters – Ion Propulsion Thrusters to jonowe odrzutowe silniki w liczbie trzech

Projekt przeżywał burzliwe koleje losu łącznie z planami anulowania go. Łącznie prace nad nim trwały 15 lat. Wyposażony jest w urządzenia i aparaturę z kilku krajów /USA, Włochy, Niemcy, Holandia/.

Główny cel to asteroidy Ceres i Vesta. Naukowcy chcą wiedzieć jak powstawały tak różne ciała w fazie formowania się układu słonecznego. Będzie to pierwsza sonda badająca pierścień asteroidów między Marsem a Jowiszem. Także pierwsza, która ma dolecieć do odległego obiektu, wejść na jego orbitę, przeprowadzać badania i obserwacje, a następnie odlecieć do innego obiektu odległego o miliardy kilometrów i przeprowadzić ten sam cykl manewrów i badań. Długość całej misji to 8 lat z czego loty z włączonym silnikiem zajmą 5 lat. Trajektoria lotu to Mars w celu użycia jego siły grawitacji dla lotu do Vesty, którą ma osiągnąć w wrześniu 2011 roku. Potem, po ponad półrocznym pobycie na orbicie Vesty, lot do Ceres, który ma być osiągnięty w lutym 2015 roku. Na orbicie Ceres badania mają trwać około 5 miesięcy.

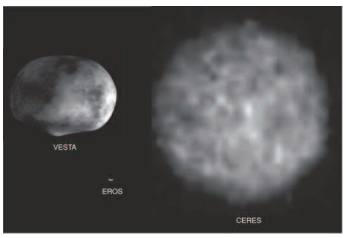
Trochę o asteroidach

Dlaczego wybrano te dwa asteroidy. Są one niejako protoplanetami. Nie powstały z nich planety skutkiem wpływu grawitacji Jowisza. Ale początki pewnie były podobne jak Ziemi. Są one pod pewnymi względami największe lub naj z innego względu, a jednocześnie bardzo się różnią.

Ceres jest największym asteroidem w ukła-

dzie słonecznym, prawie okrągły, ma średnicę ocenianą na 960 km i jest bardzo podobny do księżyców pokrytych lodem wielkich planet zewnętrznych. Odkryty został w 1801 roku przez włoskiego astronoma, Giuseppe Piazzi. Obiega Słońce w ciągu 4.6 lat ziemskich. Przypuszcza się, że pokryty jest 100 km warstwą lodu. Są spekulacje, że może być pod warstwą lodu woda w stanie ciekłym.

Vesta jest najjaśniejszym asteroidem, jedynym widzialnym gołym okiem. Ma kształt nieregularny, średni wymiar średnicy 520 km. Jest trzecim co do wymiarów asteroidem, a drugim co do masy. Co do budowy przypomina planety wewnętrzne, a powierzchnia podobna do ziemskiej /pokryta bazaltami/. Odkryta w 1806 roku przez Heinricha Olbers, jako czwarty z kolei odkryty asteroid. Obiega Słońce w ciągu 3.6 ziemskich lat. Vesta jest bazaltową skałą, z której pochodzi wiele meteorytów znajdowanych na Ziemi.



Asteroidy Ceres i Vesta

Pozostałe największe asteroidy to Pallas i Juno. Pas asteroidów ulokowany jest między Marsem i Jowiszem w odległości od 1.5 do 5.2 JA (są to średnie odległości tych planet od Słońca). W tym obszarze znajduje się zdecydowana większość asteroidów (98.5% na ponad 120 tys. znanych asteroidów). Jednostka Astronomiczna to odległość Ziemi od Słońca równa 149 597 871 km, czyli około 150 mln km lub 93.5 mln mil. Mars ma orbitę mocno eliptyczną z peryhelium i aphelium odpowiednio 1.381 i 1.666 JA, średnio 141.6 mln mil od Słońca. Ociera się o pas asteroidów, tym bardziej, że niewielka ich liczba ma orbity poza wyżej podanymi. Stąd jest pewne zagrożenie nawet i dla Ziemi. Przypuszcza się, że około 75 milionów lat temu w Ziemię uderzył asteroid w rejon Zatoki Meksykańskiej powodując zagładę dinozaurów. Dokładne przebadanie tych dwóch tak odmiennych asteroidów może dać naukowcom wiele materiału do analiz o tworzeniu się planet w naszym układzie słonecznym.

Typy silników jonowych

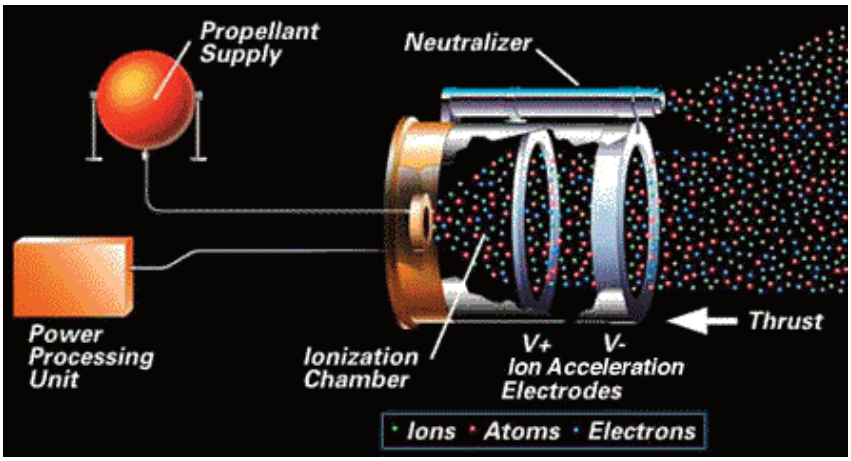
Obecnie mamy wiele różnych typów silników jonowych. Niektóre są tylko w koncepcji albo w stadium wczesnych badań czy opracowań. Te bardziej znane to:
- silnik jonowy elekrostatyczny, ale testuje się nowe generacje jak np.
  HiPEP (High Power Electric Propul sion),
  DS4G (Dual-Stage 4-Grid)
- silnik Halla
- HDLT
- VASIMR

Silniki jonowe elektrostatyczne

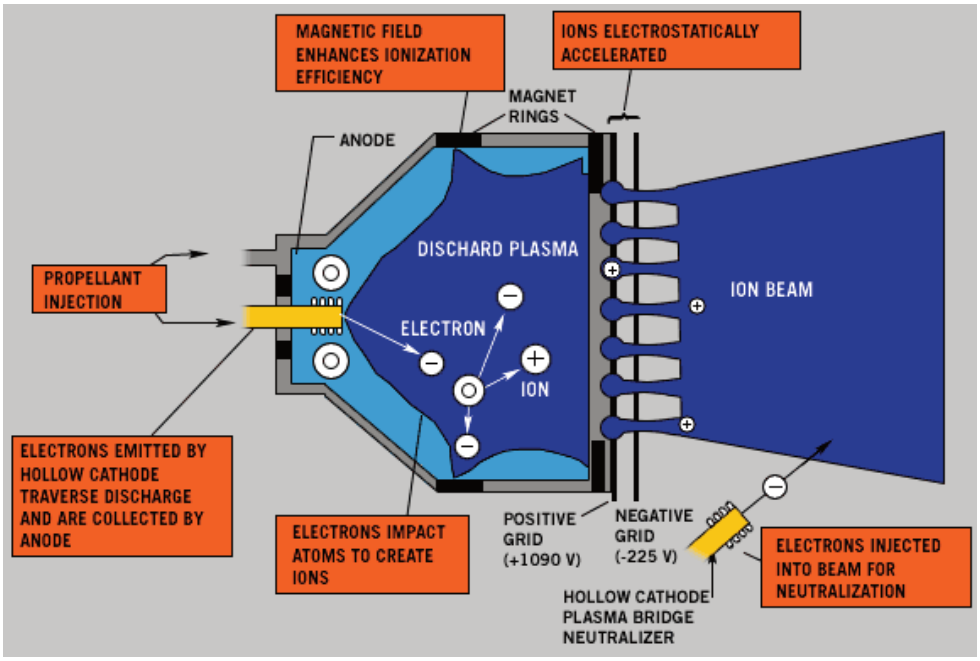
Silniki jonowe elektrostatyczne to te użyte w sondach Dawn i Deep Space 1. Silnik jonowy elektrostatyczny jest rodzajem silnika jonowego wykorzystującego metalowe siatki o dużej różnicy potencjałów elektrycznych. Zjonizowane atomy (zazwyczaj są to atomy ksenonu) są kierowane przy pomocy pola magnetycznego w kierunku siatki o dodatnim potencjale. Następnie w obszarze między siatkami są one przyspieszane. Po przekroczeniu z dużą prędkością drugiej siatki o ładunku ujemnym jony są neutralizowane elektronami przez zewnętrzną lampę katodową. Bliżej zasadę ich działania podają poniższe schematy.

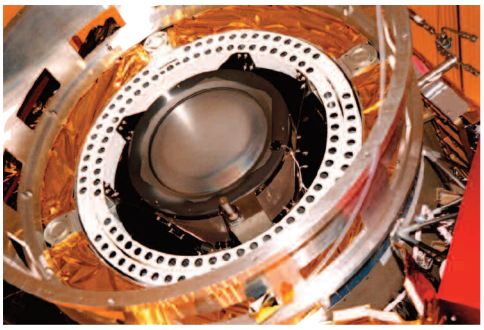
Dane silnika NSTAR:

Rozmiar 30 cm	Impuls 3100 sekund
Masa 17.6 lbs (8 kg)	Ciąg 20 do 92 mN



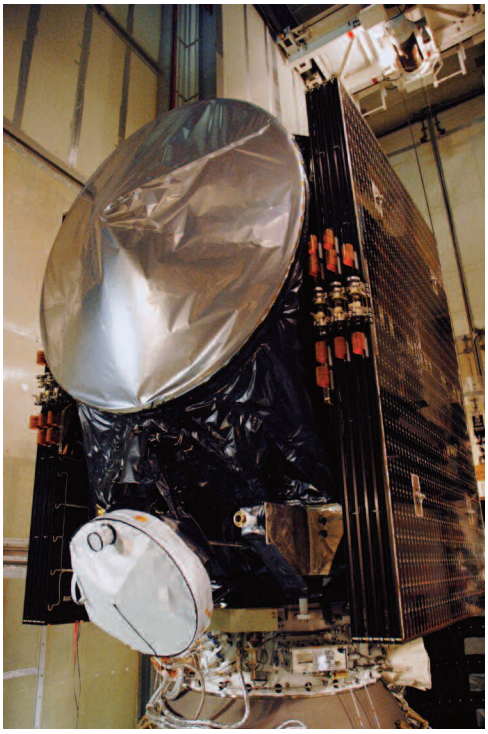
Silnik NSTAR jest zbudowany z szeregu podzespołów jak cylindryczna komora jonizacyjna, katoda próżniowa /hollow cathode/, siatki - elektrody, neutralizator. Paliwo jest wtryskiwane przez katodę i pierścień wtryskiwaczy wokół niej. Katoda emituje elektrony przyspieszane przez pole elektryczne między dodatnią ścianą komory jonizacyjnej spełniającej rolę anody i ujemną katodą. Inaczej między katodą i anodą przepływa strumień elektronów czyli płynie prąd elektryczny. Elektrony uderzając w atomy paliwa gazowego wybijają z nich jeden lub więcej elektronów z orbity wokół jądra atomu czyniąc z niego jon. Aby elektrony przebywały dłużej w komorze jonizacyjnej, a tym samym miały większą szansę spotkać się z atomami ksenonu wprowadzono pierścieniowe magnesy wokół ścianki komory jonizacyjnej. Silne pole magnetyczne odpycha elektrony ponownie do komory jonizacyjnej. Z tyłu komory jonizacyjnej jest para elektrod - cienkich siatek (mniej niż mm) z molibdenu pod dużym napięciem. Siatki są oddalone od siebie szczeliną około 0.7 mm. Pierwsza siatka ekranowa jest pod napięciem 1090 V w stosunku do obudowy sondy – uziemienia i działa jak soczewka ogniskująca jony przez otwory siatki, druga przyspieszająca ma -225V w stosunku do obudowy. Różnica po-





Silnik jonowy sondy Deep Space 1

tencjałów około 1300 V przyspieszy jony przedostające się przez otwory siatki do prędkości ponad 142 tys. km/godz tj. około 40 km/sek. Wylatujące jony (około 30 km/sek) są



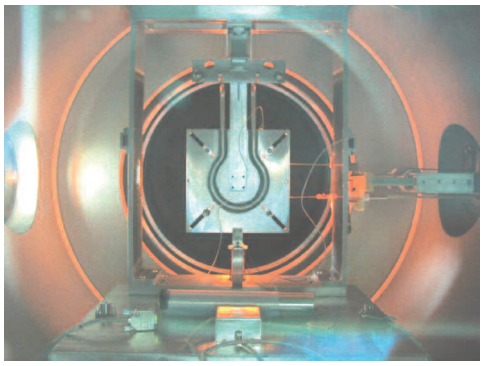
Sonda Dawn gotowa do montażu oslony na rakiecie

neutralizowane elektronami wysyłanymi przez neutralizator do strumienia jonów.

Rozwiązanie to ma pewną wadę. Siatki molibdenowe czy też z innego materiału podlegają erozji. W efekcie silnik ma określoną żywotność. Dla 30 cm silnika NSTAR wynosi ona 30000 godzin pracy. Odpowiada to przerobieniu 235 kg ksenonu w ciągu 3.5 lat. Aby prace sondy przedłużyć w Dawn użyto 3 silników, które będą pracowały przemiennie. Silniki te pracują z sprawnością tylko około 60% i z impulsem Isp 3000 sekund.

Rozwój koncepcji silnika jonowego elektrostatycznego

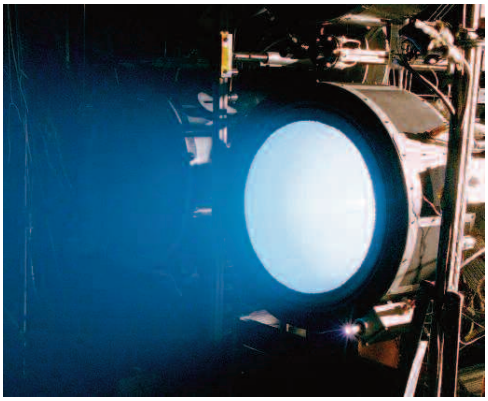
Silnik DS4G. Tradycyjny silnik jonowy elektrostatyczny składający się z dwóch siatek nie jest pozbawiony wad. Główną z nich było ograniczenie różnicy potencjałów między siatką dodatnią a ujemną do 5kV. Przy większej różnicy potencjałów część jonów trafia bezpośrednio w konstrukcję drugiej siatki powodując jej erozję. Impuls właściwy (Isp) silnika jonowego elektrostatycznego zwykłego wynosi maksymalnie 3000 s. Celem rozwią-



Silnik jonowy DS4G - Dual Stage 4 Grid

zania tej przeszkody w Australian National University (ANU) we współpracy z ESA opracowano koncepcję silnika DS4G (Dual-Stage 4-Grid) w którym każda z siatek została podwojona - pierwsza z siatek dodatnich jest nisko naładowana druga wysokonaładowana. W ten sposób uzyskano bardziej precyzyjny kierunek ruchu jonów, co umożliwiło osiągnięcie łącznej różnicy napięcia 30kV. Prędkość wylotu jonów z silnika DS4G wynosi 210km/s co daje impuls właściwy 21000 sekund, ponad 4 razy więcej niż najwydajniejsze opracowane do tej pory silniki jonowe.

Silnik NEXT. Są prowadzone prace nad podniesieniem żywotności jak i wielkości silnika. Dane badawcze są bardzo obiecujące. Są jednak inne modele silnika jonowego znacznie zwiększające jego możliwości. Jest to silnik 40 cm o impulsie 4000 sek i większej mocy i sprawności około 70 %. Nazywa się NEXT od NASA's Evolutionary Xenon Truster.



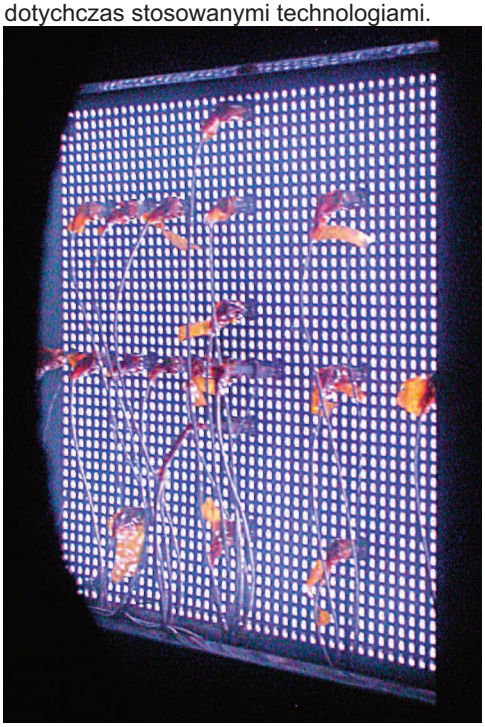
Silnik jonowy NEXT podczas testu na maksymalną moc w NASA Glenn Research Center

NEXT może dawać 236 mili Niutonów ciągu tj. ponad 2.5 razy więcej. Pobiera jednak 6.9 KW tj. trzykrotnie więcej niż NSTAR.

Inne projekty silników jonowych

Projekt HiPEP jest jeszcze ambitniejszy. Zakłada się osiągniecie impulsu 6000 – 9000 sekund przy mocy 20 do 50 kW. Nad projektem pracowało 6 zespołów naukowców i badaczy w tym trzy uniwersyteckie, ale głównym jest NASA Glenn Research Center. Przy bardzo odległych misjach generowanie dużych mocy bateriami słonecznymi jest niemożliwe. Trzeba użyć reaktorów jądrowych. Pracuje się nad takim urządzeniem zwanym NEP (Nuclear Power Electric Propulsion). Oto co znalazłem na stronie internetowej AstroNews:

Zasada działania HiPEP opiera się na jonizacji ksenonu mikrofalami. Tylna część silnika to dwie prostokątne metalowe siatki naładowane do potencjału 6000 woltów. Siła pola elektrycznego sprawia, że zjonizowane atomy ksenonu są wyrzucane z dużą prędkością co powoduje powstawanie ciągu. Prostokątny kształt dyszy, na rzecz którego zarzucono cylindryczne zakończenia silników, stosuje się z myślą o zwiększeniu mocy i wydajności silnika poprzez wydłużenie całej konstrukcji. Jonizacja mikrofalami powinna zaowocować dłuższym czasem życia silnika w porównaniu z dotychczas stosowanymi technologiami.



Discharge Test of HiPEP Thruster

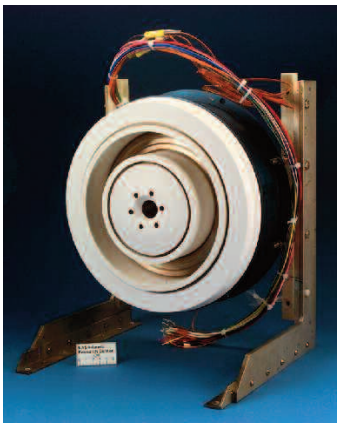
Silnik taki zbudowano i poddano długoletnim testom w komorze próżniowej GRC. Wylot strumienia jonów jest prostokątny o wymiarach 41 x 91 cm, a nie okrągły jak w NSTAR. Siatki są z kompozytów grafitowych. Wyniki badań były bardzo obiecujące. Przy wartościach mocy dochodzących do 12 kilowatów HiPEP osiągał prędkości wylotowe w granicach 60000 do 80000 metrów na sekundę. Nowy napęd jest wysoce efektywny - czas życia silnika to siedem do dziesięciu lat.

Nowa klasa napędów NEP oznacza znaczne

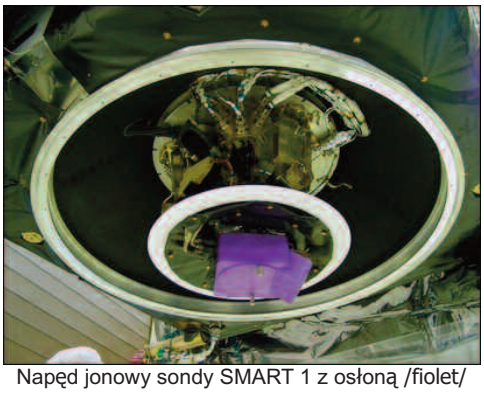
zwiększenie efektywności silników jonowych w porównaniu z tym, który zamontowano w Deep Space 1 w roku 1999. Obecnie osiągana moc wzrosła dziesięciokrotnie, wydajność zużycia paliwa dwu- do trzykrotnie, napięcie sieci jest cztery do pięciu razy większe, czas życia silnika zwiększył się pięcio- do ośmiokrotnie. Ogólna wydajność napędu jest o 30 procent większa niż najstarszych silników jonowych. Inżynierowie z GRC planują dalsze testy i usprawnienia napędu HiPEP, które mają zakończyć się badaniem działania silnika przy maksymalnej mocy 25 kilowatów.

HiPEP jest jednym z kilku napędów badanych w ramach Projektu Prometeusz i branych pod uwagę przy planowaniu misji Jupiter Icy Moons Orbiter (JIMO). Zasilane małym reaktorem jądrowym, elektryczne silniki zaniosłyby JIMO w pobliże trzech lodowych księżyców Jowisza - Ganimedesa, Kalisto i Europy. Na tych trzech księżycach może istnieć woda, a tam gdzie jest woda, tam może być życie.

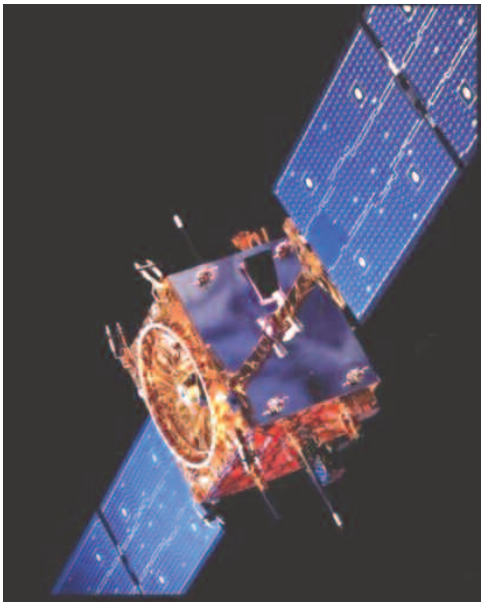
Silnik Halla z kolei był wykorzystany w sondzie SMART-1 Europejskiej Agencji Kosmicznej. Smart to (**S**mall **M**issions for **A**dvanced **R**esearch in **T**echnology) od 15 listopada 2004 do 3 września 2006 satelita Księżyca. Silnik ten też używał ksenon jako materiał pędny i miał ciąg 68 mN. Oto co napisano o tej sondzie w Wikipedii:


10 kW silnik jonowy T-220 Hall firmy Pratt & Whitney

Sonda została wyniesiona z kosmodromu Kourou w Gujanie Francuskiej 27 września 2003 roku przy użyciu rakiety nośnej Ariane 5G wraz z dwoma satelitami telekomunikacyjnymi jako druga w historii sonda kosmiczna z silnikiem jonowym.


Napęd jonowy sondy SMART 1 z osłoną /fiolet/

Początkowo weszła na wydłużoną orbitę okołoziemską o perygeum 742 km i apogeum 36 016 km. Silnik jonowy został po raz pierwszy uruchomiony 30 września 2003. Podczas kolejnych 14 miesięcy dzięki pracy silnika orbita była stopniowo podwyższana. Wykorzystano też trzykrotnie manewry rezonansu grawitacyjnego z Księżycem (19 sierpnia 2004, 15 września 2004 i 12 października 2004), które znacząco modyfikowały orbitę sondy. 15 listopada 2004 SMART-1 wszedł na wstępną orbitę wokółksiężycową o perycentrum 4962 km i apocentrum 51 477 km. Dalsze manewry doprowadziły do osiągnięcia 27 lutego 2005 orbity roboczej odległej od powierzchni o około 300 – 3000 km i o nachyleniu 90°. 17 września 2005 po zużyciu prawie całego zapasu ksenonu silnik jonowy został ostatecznie wyłączony. Łącznie pracował on przez 4958,3 godz podczas 844 odpaleń. Misja sondy zakończyła się 3 września 2006 roku, podczas 2890 orbity wokół Księżyca, upadkiem na jego powierzchnię.


Sonda SMART- 1

Silnik tego typu posłużył, między innymi, do uratowania misji satelity Artemis, który 13 lipca 2001 został przez rakietę Ariane 5 umieszczony na niewłaściwej orbicie. Pierwsze manewry zmiany orbity wykonano klasycznym napędem chemicznym, ze względu na konieczność szybkiego opuszczenia pasów radiacyjnych Van Allena. Zużyto na to 95% paliwa chemicznego. Ostatnie 5 tysięcy kilometrów satelita pokonał używając napędu jonowego. Pod koniec stycznia 2003 Artemis osiągnął docelową orbitę geostacjonarną.

W dziedzinie silników jonowych mamy gwałtowny rozwój. Kolejne lata przyniosą dużo nowości. A ze statku gwiezdnego Enterprise coraz więcej staje się rzeczywistością – nawet w zakresie napędu antymaterią. Ale to już inny temat.

Janusz Bujnowski, SIP

Opracowano w sierpniu 2007 na podstawie materiałów internetowych z NASA, Boeing, JPL, ESA, Wikipedia i innych.

[1]

Impuls właściwy – jeden z najważniejszych parametrów silnika rakietowego w napędzie statków kosmicznych, oznaczany I_{sp} i równy stosunkowi **popędu** wytworzonej siły ciągu do masy zużytego paliwa.

Popęd /zwany też **impuls** lub **popęd siły/** jest wektorową wielkością fizyczną równą iloczynowi siły i czasu jej działania: Impuls w sekundach - Często impuls właściwy określa się jako popęd wytwarzany przez jednostkę ciężaru czynnika w warunkach ziemskich, czyli impuls właściwy podzielony przez przyspieszenie ziemskie. Wtedy jednostką impulsu jest sekunda. Czym większy impuls tym większy ciąg z jednostki masy paliwa.

Wizja Deep Space 1 która stała się rzeczywistością

Jerzy Korey - Krzeczowski

Na początku tego roku zmarł w Toronto w wieku 86 lat prof. dr Jerzy Korey – Krzeczowski. Naukowiec, specjalista w dziedzinie naukowej organizacji i zarządzania, wybitny ekspert w zakresie doradztwa gospodarczego, prozaik, poeta, eseista. Autor wielu rozpraw naukowych, kilkunastu tomów poezji, aforyzmów, wspomnień, esejów i prozy. Był wybitną postacią wśród społeczności polskiej w Kanadzie i był jednocześnie stosunkowo mało znany (nieproporcjonalnie do swoich zasług i dorobku), już nie tylko wśród Polonii kanadyjskiej ale i tej lokalnej Polonii, zgrupowanej w rejonie Toronto.

Z Kanadą związany był od 1951 r. Należał do czołowych postaci tutejszego polskiego środowiska intelektualnego i kulturalnego. Piastował wiele eksponowanych stanowisk w kanadyjskim przemyśle handlu i szkolnictwie wyższym. Był mi. naczelnym dyrektorem poważnej korporacji Werner Management Consultants Canada Inc, - Montreal i Nowy York. Jeszcze większy ciężar gatunkowy miała jego praca w Ryerson University, gdzie sprawował najpierw funkcję dziekana, poczym był zastępcą rektora, a następnie rektorem. Czy nie powinniśmy wiedzieć o tym i być dumni z tego, że Polak był rektorem kanadyjskiego uniwersytetu ? Ale to jeszcze nie wszystko. Jerzy Korey – Krzeczowski był założycielem i wieloletnim rektorem Canadian School of Management, pierwszej prywatnej wyższej szkoły zarządzania w Kanadzie. Równolegle ze swoją pracą naukową i dydaktyczną, której wyrazem, poza publikacjami, było 11 doktoratów honoris causa różnych uczelni ekonomicznych, był w ciągu swego życia doradcą trzynastu rządów i dwustu wielkich korporacji. Przy wszystkich swoich obciążeniach zdobywał się jeszcze na pracę społeczną w instytucjach kanadyjskich i polonijnych. Pełnił mi. odpowiedzialną funkcję Przewodniczącego Rady Wielokulturowości przy rządzie prowincji Ontario i był członkiem Komitetu Doradczego do spraw Konstytucji Kanadyjskiej. Był prezesem Okręgu Kongresu Polonii Kanadyjskiej w Montrealu i przewodniczącym Rady Kongresu Polonii Kanadyjskiej.

Jego pełne nazwisko wraz z przysługującym jemu tytułem brzmiało: Jerzy Maciej książę Korey – Krzeczowski. Był on w linii prostej potomkiem kniazia Sieńko Krzeczowskiego, kasztelana lwowskiego i senatora Królestwa Polskiego, 20-tym potomkiem kniazia Hriho'rego de Sienno-Sieńskiego i 24-ym potomkiem Demetryusza de Bożydar-Korczaka, który w 1370 roku był Podskarbim Królestwa Polskiego i prawdopodobnie 31-ym potomkiem Światosława, księcia na Czernihowie Czernihowskiego (+ 1076 r.). Urodził się w Kielcach w roku 1921. Tam spędził swe młode lata, tam ukończył Liceum im. Stefana Żeromskiego. Tuż przed wojną opublikował wraz z Józefem Ozgą-Michalskim, Marianem Sołtysiakiem i Marianem Przeździkiem antologię poetycką „Gołoborze"; poeci reprezentowani w tej antologii byli uczniami liceum Stefana Żeromskiego w Kielcach. Gdy wybuchła wojna miał akurat 18 lat. Brał udział w kampanii wrześniowej, w czasie okupacji był członkiem Armii Krajowej, uczestniczył w walkach partyzanckich na terenie kielecczyzny. Po wojnie ukończył studia na Uniwersytecie Jagiellońskim. Przez rok był naczelnikiem wojewódzkiego wydziału kultury i sztuki, potem pracował w służbie dyplomatycznej. Przebywał na placówkach polskich najpierw w Rumunii, a następnie w Niemczech. Wtedy zdecydował się na emigrację polityczną i w 1951 r zamieszkał w Kanadzie.

Równolegle z praca naukową oddawał się literaturze, jako twórca i jako krytyk, publikując obok własnej utworów także szkice dotyczące literatury krajowej a szczególnie pisarzy regionu świętokrzyskiego. Jest autorem szeregu książek, w tym kilkunastu tomików poezji. Ostatnio ukazał się jego zbiór pt. „Trzynasty tom". Poezja, którą tworzył to swego rodzaju psychiczna kotwica zapewniająca stabilność uczuć i myśli, pozwalająca jemu być poetą, przedstawicielem wszystkich i jednocześnie sobą. „Trzynasty tom" przykuwa uwagę uniwersalną, wszechstronną tematyką. Autor mógłby powtórzyć za noblistą, poetą irlandzkim, Seamusem Heaneyem, że jest jak „wtyczka wetknięta do gniazdka, że czuje, jak przepływa przez niego prąd życia".

Duży, bardzo pozytywny rozgłos zdobyła sobie wydana w 2003 roku w Anglii, a następnie w Kanadzie książka Jerzego Koreya – Krzeczowskiego „Navigators can". Książka ta jest sumą jego doświadczeń życiowych i prezentacją jego filozofii życiowej. Niespodziewanie książka ta została bardzo dobrze odebrana w dalekiej Japonii. W wyniku dużego zainteresowania tą książką i bardzo pozytywnymi jej ocenami, telewizja japońska przysłała do Toronto 5-osobową ekipę dziennikarzy, którzy odbyli z autorem rozmowy trwające w sumie 6 godzin i nakręcili 2-godzinny film. Wywiad i film mówi o stosunku Koreya – Krzeczowskiego do życia i jego problemów, a w tym jak żyć, jak korzystać z życia, jak cieszyć się życiem w ogóle, a w szczególności gdy się jest seniorem.

A oto próbki jego filozofii życiowej. Głosił on: „Dzień bez uśmiechu jest dniem straconym" i starał się tę tezę realizować mimo bardzo trudnej sytuacji rodzinnej. Jego żona, Irena Maria, została całkowicie sparaliżowana po wylewie, nie była w stanie poruszać się, rozmawiać, a nawet przełykać; za to wiele mówił jej wzrok. Pan Jerzy z oddaniem opiekował się żoną; przez wiele lat spędzał z nią prawie codziennie wiele godzin. Mimo tych ciężkich doświadczeń zachował pogodę ducha.

Rozważania zawarte w książce „Navigators can" dotyczą mi. takich spraw: „Jak pokonać strach?", „Jak przeżyć chaos ?", „Jak przejść od tego, że się jest ofiarą do tego, że się jest zwycięzcą ?, a również „Jak osiągnąć sukces ?. Problematyce sukcesu poświęcił też kilka epigramów w swoim zbiorku „Trzynasty tom"; oto fragment jednego z nich:

Człowiek sukcesu to ten co robi, to co inni tylko planują.

Polskę odwiedził dopiero po zmianie ustroju politycznego przyjeżdżając na jubileusz liceum im Stefana Żeromskiego. Po tej pierwszej wizycie jego książki i tomiki wierszy zaczęły być wydawane również w Kraju. Chociaż przez wiele lat nie mógł przyjeżdżać do Polski to jednak przez całe życie pamiętał o rodzinnej ziemi. Fundował m.in. nagrody w konkursach literackich organizowanych przez Muzeum Lat Szkolnych Stefana Żeromskiego. Ostatni raz był w Kielcach w kwietniu ubiegłego roku, przy okazji promocji swojej książki "Powracam tu z własnej woli". Był wówczas mi. oficjalnym gościem Akademii Świętokrzyskiej i Radia Kielce.

Jerzy Korey – Krzeczowski to postać bardzo dobrze pasująca do znanego powiedzenia: „Cudze chwalicie, swego nie znacie, sami nie wiecie, co posiadacie". Człowiek więcej niż wybitny, o wszechstronnym dorobku pokrywającym wiele dziedzin od nauki do poezji i bardzo mało znany. Japończycy uważali, ze warto wysłać do niego grupę dziennikarzy, aby z nim porozmawiali. A my, mając go u siebie, tu na miejscu nie staraliśmy się o to, aby skorzystać z jego wiedzy, mądrości i doświadczenia. Nie tylko, że nie zaistniał w polonijnych mediach na miarę swojej wielkości, ale praktycznie nie zaistniał w ogóle. To samo dotyczy jego pisarstwa. Nie mam tu na myśli publikacji naukowych, ale jego prozę, eseje, poezje. Czy wiemy o ich istnieniu, czy widzimy je na półkach polskich księgarń? Czy w polskich mediach zamieszczane są informacje o nich, omówienia, recenzje? A jeśli ich nie widzimy, jeśli nie wiemy o nich, to oczywistą konsekwencja tego stanu rzeczy jest, że ich nie czytamy.

Nie zmienimy już tego co się stało. Nie interesowaliśmy się jego dorobkiem za życia, nie korzystaliśmy z jego doświadczeń zawodowych i życiowych, ale możemy to jeszcze nadrobić teraz, po jego śmierci. Pamiętajmy to nazwisko: Jerzy Korey – Krzeczowski. I jeszcze jedno. Nie powtarzajmy błędów, które już popełniliśmy. Bądźmy czujni, bądźmy uważni. Z pewnością są wśród nas inni, którym już teraz należy się uznanie i zainteresowanie podobne temu jakie jesteśmy winni Jerzemu Korey – Krzeczowskiemu. Nie czekajmy z odkrywaniem ich aż od nas odejdą.

Jerzy Bulik

Niedawno Redakcja otrzymała list z Ministerstwa Kultury i Dziedzictwa Narodowego z prośbą o opublikowanie, co niniejszym czynimy.

Ministerstwo Kultury i Dziedzictwa Narodowego

DEPARTAMENT DO SPRAW POLSKIEGO DZIEDZICTWA KULTUROWEGO ZA GRANICĄ

List otwarty do Polonii i Polaków za granicą

Zwracam się z uprzejmą prośbą o udział w projekcie pn.: "Rejestracja zbiorów polskich za granicą" realizowanym przez Departament do Spraw Polskiego Dziedzictwa Kulturowego za Granicą, w Ministerstwie Kultury i Dziedzictwa Narodowego. Przedsięwzięciu temu przyświecają przede wszystkim cele naukowe i dokumentacyjne. Naszym zamiarem jest zgromadzenie informacji o istniejących obecnie kolekcjach polonijnych dla przechowania wiedzy i pamięci o nich, bez prób ingerencji w ich status własnościowy i organizacyjny.

Obok podstawowego zadania opisania stanu dóbr kultury podlegających stałym zagrożeniom, założona baza danych może być wykorzystywana na bieżąco przez badaczy i zainteresowane instytucje, ułatwiając im poszukiwania i współpracę. W 2009 r. planujemy wydanie publikacji na temat księgozbiorów polonijnych.

Prowadzona ewidencja obejmuje:

1. Zbiory biblioteczne mające wartość historyczną kulturalną, lub bibliofilską zarówno jako całość, jak też w poszczególnych fragmentach czy jednostkach, gromadzone przez Polaków oraz instytucje polonijne;
2. Polonijne księgozbiory użytkowe (funkcjonalne), także podręczne;
3. Inne rodzaje kolekcji np. archiwalne, muzealne, pamiątki historyczne.

Najważniejszym źródłem wiedzy o tych zasobach są, kwestionariusze wypełnione przez osoby lub instytucje dysponujące informacjami o tego typu zbiorach lub mogące zaoferować pomoc w ich ochronie.

W przekonaniu o celowości podjętych działań uprzejmie proszę o wypełnienie kwestionariuszy rejestracyjnych dostępnych na stronie internetowej Ministerstwa www.mkidn.gov.pl w zakładce "Zbiory polskie za granicą". Cenne będą dla nas nawet wiadomości cząstkowe, sygnalne, stanowiące zaledwie wskazówki do dalszych badań. Ankiety mogą zostać wypełnione w dowolnym języku. Będę wdzięczny za każdą formę współpracy.

Wszelką korespondencję uprzejmie proszę kierować na adres: Departament do Spraw Polskiego Dziedzictwa Kulturowego za Granicą, ul. Krakowskie Przedmieście 15/17, 00-071 Warszawa lub drogą elektroniczną: mczartoryjska@mkidn.gov.pl.

Informacja o programie znajduje się na stronie internetowej Ministerstwa: www.mkidn.gov.pl -"Zbiory polskie za granicą".

Dyrektor Departamentu
Jacek Miler

ul. Krakowskie Przedmieście 15/17, 00-071 Warszawa
tel. (+48 22) 42 10 556, 42 10 335, fax (+48 22) 826 30 59
www.mkidn.gov.pl dpd@mkidn.gov.pl

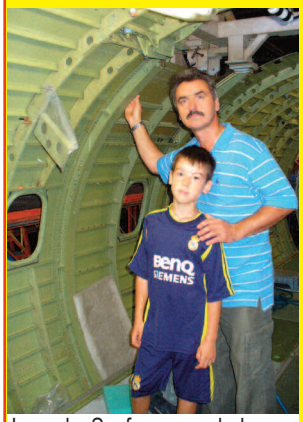
Bombardier

FAMILY DAY w deHavilland Bombardier w dniu 8 września
Kol. S. Basiukiewicz, przewodniczący O/Mississauga zaprosił członków SIP do zwiedzania zakładu deHavilland Bombardier. Oto migawki z tego dnia. Jest to coroczna impreza dla rodzin, przyjaciół i znajomych w godz 10 am do 3 pm.

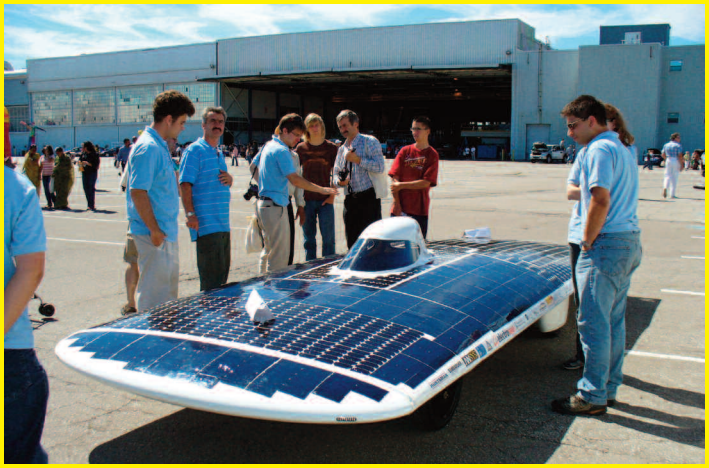
Kol. Teresiński z córeczką Karolinką witani przez pilota doświadczalnego Bombardier Inc.

Global Express - Luxurious Business Jet. Przyszli nabywcy doglądają swój /może jutrzejszy/ nabytek. Pańskie oko konia tuczy.

WSS Technologies i Cyclone Manufacturing. Członkowie oddziału to poddostawcy elementów samolotów dla przemysłu lotniczego



Leszek Szafran z młodszym synem oglądają ramę nośną przenoszącą siły od skrzydła w kadłubie samolotu Dash-8. Wykonawca Cyclone Manufacturing



Solar powered car, joint project University of Toronto and Bombardier Inc.i innych. Kol. Janusz Kokoszka i Leszek Szafran z synami omawiają szczegóły techniczne.

Prezes Oddziału Mississauga właśnie wysiadł po przejażdżce z F-18 Hornet

Z TECZKI NIEPOPRAWNEGO OPTYMISTY - FROM FILES OF THE NOTORIOUS OPTIMIST

mgr inż. Jan Jekiełek

Elektryczność wisi w powietrzu – wynik pewnego strategicznego przymierza

Jak przed burzą, elektryczność wisi w powietrzu otaczającym dwie bardzo różne organizacje. Jedna to 500-osobowe Stowarzyszenie Inżynierów Polskich w Kanadzie, a druga to 500-osobowy oddział 5,000-osobowej Sekcji Toronto, 380,000-osobowego miądzynarodowego Instytutu Inżynierów Elektryków i Elektroników, największej organizacji technicznej na świecie.

Obie grupy rozpoczęły dynamiczną akcję prowadzącą do realizacji strategicznego przymierza dla organizowania wspólnych prezentacji, warsztatów, seminariów i konferencji na "większego kalibru" tematy techniczne wspólnego zainteresowania.

Obie organizacje spełniają warunki konieczne do tego, żeby strategiczne przymierze miało sens. Są to ograniczona konkurencyjność, wspólne lub bliskie cele, i uzupełniające się właściwości.

Stowarzyszenie Inżynierów Polskich w Kanadzie

Powstało w 1941 roku, założone przez 58 emigrantów z Francji, 40 z Wielkiej Brytanii, 8 z Japonii i 6 z Brazylii. Jako organizacja emigrantów, ma typowe trudności z członkostwem, ale każdy członek utrzymuje szerokie kontakty z wieloma nie-członkami, a więc zasięg organizacji jest na pewno 5-10 razy większy niż nominalna liczba członków. Siedzibą stowarzyszenia jest budynek SPK na 206 Beverley Street, zaraz na południe od Uniwersytetu Torontońskiego w centrum Toronto.

Instytut Inżynierów Elektryków i Elektroników (IEEE)

IEEE (Instytut Inżynierów Elektryków i Elektroników) jest organizacją typu non-profit skupiająca profesjonalistów. Powstała z konsolidacji grup AIEE (elektrycy) oraz IRE (radiowcy) w 1963 roku. Jednym z podstawowych jej zadań jest ustalanie standardów konstrukcji, pomiarów itp. dla urządzeń elektronicznych, w tym standardów dla urządzeń i formatów komputerowych. Organizacja jest 380,000-nym kolosem, benefity opisane są w angielskiej cząści tego artykułu.

Strategiczne przymierze z SIPwK zawiązało się na poziomie oddziału Inżynierii i Środowiska Ludzkiego (Engineering and Human Environment Chapter), który reprezentuje następujące stowarzyszenia IEEE: Education, Engineering Management, Professional Communication i Reliability, plus stowarzyszenie "Society on Social Implications of Technology."

Pierwsza konferencja zorganizowana w ramach strategicznego przymierza, która odbyła się 24-go maja, opisana jast szczegółowo w oddzielnym artykule. Sukces tej konferencji opisany jest szczegółowo poniżej, w angielskiej części artykułu.

Strategiczne przymierza mogą być odpowiedzią na szereg problemów i wyzwań, z którymi się borykamy w biznesie, organizacjach, i w życiu osobistym. Należą one głównie do domeny akcji pozytywnych, twórczych, jakże koniecznych w świecie pełnym negatywizmu, narzekania i gdybania. Ten drugi świat reprezentowany jest n.p. w wielu produkcjach filmowych z Polski. Klasycznymi przykładami są tutaj niedawno kompletnie przereklamowany "Rys", a również parę dni temu widziana przeze mnie w mini-komórce filmowej w Goethe Institute "Oda do radości". Pierwszy po prostu słaby, drugi chyba lepszy, przynajmniej daje realną lekcję nowego slangu ulicznego oderwanym od Polski emigrantom.

Optymistycznie – kiedy otoczenie destruktorów maluje rutynowe obrazy upadku i rozpaczy, narzekania chęć chwyta, usta otwierają się do gdybania, proponuję zatrzymać się, wyjść z siebie, stanąć obok – i może zacząć się śmiać z tej całej żałosnej, pompatycznej przesady, i pomyśleć… o strategicznych przymierzach. Na poziomie wielkim, średnim lub malutkim. Może to być recepta na pozytywną akcję, pozbycie się wielu złych myśli i zawsze bezużytecznego zmartwienia.

Electricity is in the air – triggered by one strategic alliance

Like the calm before the storm, there is electricity in the air in the Association of Polish Engineers in Canada (SIPwK). The same can be said about the Engineering and Human Chapter of the Toronto Section of the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). Both groups initiated actions leading to the strategic alliance for organizing high level technical presentations, workshops, seminars and conferences on contemporary technical issues of mutual interest. First an idea of cooperation came about. Next came a realization that both organizations meet prerequisites for a strategic alliance, namely limited rivalry, common or compatible goals, and complementary capabilities.

Association of Polish Engineers in Canada (SIPwK)

SIPwK formed in 1942 by the group of 112 Polish immigrants; 58 from France, 40 from Great Brittain, 8 from Japan and 6 from Brazil. Today 500 members strong, the SIPwK serves Polish-origin engineers and others interested in technology. It connects much wider engineering community since SIPwK members typically interact with many engineering non-members of the Polish-origin community in Canada. The Association maintains eight branch offices; six in Ontario (Hamilton, Kitchener, London, Mississauga, Ottawa and Toronto), in Edmonton, Alberta and Montreal, Quebec. Traditionally, the Association's primary objective has been finding new forms of organizational life, which would meet the expectations of all members, who represent different age groups and different degree of connections with Poland.

The Association resides in the SPK Building, 206 Beverley Avenue, one block South of the University of Toronto in downtown Toronto.

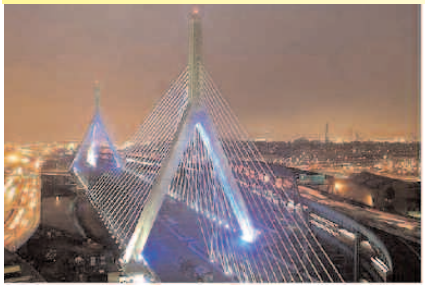
SIPwK logo

SPK Building

IEEE logo

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)

The IEEE formed in 1963 with the merger of the American Institute of Electrical Engineers (formed in 1884), and the Institute of Radio Engineers (formed in 1912).



Electrical Skyline

Megacity

Today some 380,000 members strong (16,000 in Canada), the IEEE is the world's largest technical society, bringing members access to the most essential technical information, networking opportunities, ca-

Future City

High Power Antenna

reer development tools, and many other exclusive benefits.

IEEE vision is to advance global prosperity by fostering technological innovation, enabling members' careers and promoting community

IEEE kids day

IEEE magazine example

worldwide. IEEE standards rule the electrical and electronics world, including all computer networks and communication.

IEEE members receive the award-winning IEEE Spectrum magazine - and exclusive access to IEEE Spectrum Online - plus online access to IEEE Potentials magazine.
IEEE members have online access to the tables of contents and expanded abstracts from more than one million IEEE documents, along with full-text searching of the entire IEEE collection.
IEEE members also receive exclusive member subscriptions rates on the journals, and discounts on the purchase of conference proceedings, standards, and books.
No matter where you live, IEEE is there, with more than 300 local IEEE sections, 1,300 technical chapters, and 300 annual IEEE conferences worldwide. IEEE features 39 Societies represented by technical chapters in local section.

IEEE Toronto Section features 13 chapters, 9 representing individual Societies and 4 joint chapters representing groups of 3-6 societies. IEEE Toronto Section Engineering and Human Environment Chapter represents Education, Engineering Management, Professional Communication and Reliability Societies plus a Society on Social Implications of Technology.
That combination of engineering topics, supported by the IEEE vast technical knowledge, constitutes a perfect match with SIPwK aspirations and interests. For IEEE benefits lay in diversification, tapping the energy of a small, dynamic ally, diversification, availability of great downtown facilities, and great potential for furthering IEEE membership.

First joint IEEE Toronto/Polish-Canadian Engineers Association Conference on June 24, 2007 was an unprecedented success for both organizations and, based on unbelievable follow-up of interest, plans are now in action to develop it into 'Nuclear Series', covering related topics and issues. Other venues are also under consideration adding more IEEE specific subjects. Both Ontario and Poland are geared up to building nuclear power facilities (up to 8 and 2 reactors respectively) in the near future.

To summarize, the 'Reactor Designs for the Upcoming Nuclear Stations Worldwide' conference, despite of late and limited advertising, had over 100 lively participants and could barely make it in the planned

Darlington with future four new reactors

time. It featured two presentations, by Areva Framatome and AECL (third participant, Westinghouse Electric, cancelled out due to some emergent reasons).

The Polish-Canadian Engineers Association venue was fantastic - great organization, impeccable accommodation (potential capacity up to 300 people), unbeatable facilities with the prime downtown Toronto location, unlimited free parking and excellent restaurant on premises. Participants' involvement was beyond any expectation. They wanted a follow-up with OPEX (Operating Experience) this fall and would like to learn also about Westinghouse and GE designs. They also voiced interest in nuclear waste management issues as part of the nuclear power package.

<Facing Difficulties>

One of the enthused participants summed up the electricity charged atmosphere that surrounded the first SIPwK/IEEE alliance conference. “You could see, hear and feel the energy. I am looking forward to the even more exciting follow-up meetings”.

Last word about strategic alliances. They are applicable to businesses, organizations, as well as individual people. They are good for so many things…They could be used in business, any organizational environment, as well as in the personal life. They are great remedies when facing difficulties at any level, anywhere.

Jan Jekiełek

Artykuł zamieszczono w Nowym Kurierze/Polish-Canadian Independent Courier, May 15-30-2007

Ogłoszenia - advertising

Cennik ogłoszeń - advertising rates
strona $500
pół strony $250
1/4 strony $125
Zgłoszenia reklam przyjmowane są pod numerami:
(905) 821-8674, (905) 602-5814

Redakcja nie odpowiada za treść reklam i ogłoszeń.

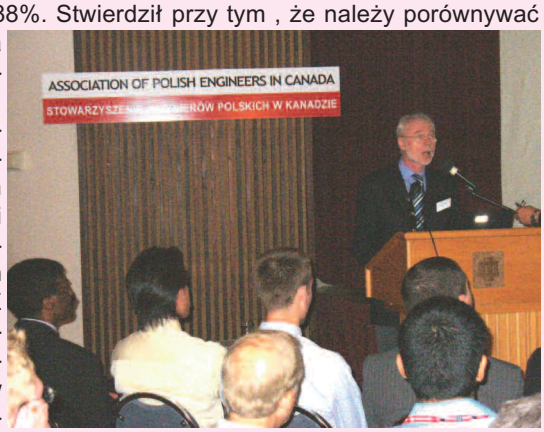
SIP jest w stanie dużo pomóc w procesie oszacowania wielu czynników jak również wnieść dużo w stworzenie takiej systematyki ewaluacji różnych systemów.

Kolejnym mówcą był Monsieur Armand Laferrère. Pan Laferrère przedstawił zalety EPR (Evolutionary Pressurized Reactor) przedstawiając jako najbardziej popularny reaktor na świecie znacznie przewyższający wszystkie inne reaktory na świecie z wydajnością 95%. Stwierdził przy tym, że CANDU miało przewagę nad pozostałymi reaktorami na świecie, ale było to w latach 70-tych i 80-tych. Obecnie EPR jest reaktorem bez porównania lepszym.

Ostatni z prezentacją wystąpił dr. Dr Stefan Doerffer (absolwent Politechniki Gdańskiej). Przedstawił on wszystkie zalety reaktora CANDU jako najbezpieczniejszego, najbardziej wydajnego reaktora pracującego na TANIM NIEWZBOGACANYM URANIE lub zużytym paliwie z innych elektrowni atomowych.

W swojej prezentacji skoncentrował się na zaletach technicznych reaktora CANDU jak również nad kolejnym rozwinięciem technologii tj. nowej generacji reaktora ACR-1000 (Advaced Candu Reactor). Wielokrotnie odwoływał się do doświadczeń z ostatniej budowy reaktora CANDU w Chinach.

Podczas sesji pytań i odpowiedzi inż. Kulczyński poddał w wątpliwość wypowiedź pana Leferrera o projektowanej 95% wydajności nowego reaktora firmy Areva - EPR, podczas gdy światowa średnia wynosi 81%, wydajność amerykańskich PWR 87% (Presurized Water Reactor), a Candu-6 88%. Stwierdził przy tym , że należy porównywać nowe z nowym, a nie nowe ze starym.



Padło pytanie zasadnicze - odnośnie całkowitych kosztów budowy i eksploatacji elektrowni atomowych – ILE KOSTUJE WYPRODUKOWANIE 1MW zarówno w kontekście inwestycji kapitałowych jak również w kontekście późniejszej eksploatacji i cen surowca - wzbogacany uran a nie wzbogacany uran (taki jak używa CANDU) i późniejszej eksploatacji elektrowni?

Pytanie jest proste i zasadnicze, lecz odpowiedź na nie jest sprawą bardzo skomplikowaną. Żadna z konkurencyjnych stron nie potrafiła nawet podać przybliżonego szacunku.

Temat energetyki jądrowej będzie kontynuowany w aspekcie Operational Experience (co sugerował inż. Jan Trzeciakowski), oraz poznaniu innych typów reaktorów.

Stowarzyszenie Inżynierów Polskich w Kanadzie zapoczątkowało publiczną debatę nad tak ważnym tematem dla mieszkańców Kanady i Polski, jakim jest wybór opcji technologicznej w energetyce jądrowej jako punkt wyjściowy przed decyzjami finansowymi dotyczącymi potrzeb energetycznych kraju.

English abstract.

Mr. Jan Trzeciakowski, a Power Industry Consultant, formerly a Manager at Pickering and Inspection Services, had the next presentation. He mentioned that the selection process for which nuclear technology should be selected for a new build should become a structured process. This process should include all factors that Ontario and Canada want from the new system such as the capacity factor, the number of jobs created, the availability of domestic expertise etc. He said that Poland also needed to establish a set of parameters and see how various systems meet them before they are able to select the nuclear system that they want. Polish Engineers in Canada can help with such an evaluation, he believes.

Monsieur Armand Laferrère - President Areva Canada

Mr. Laferrère spoke on the EPR (Evolutionary Pressurized Reactor) presenting it as a reactor with a 95% capacity factor, superior to everything else and most popular in the world.

Monsieur Laferrère claimed that the CANDU had an advantage over PWR's in the seventies and the eighties but not any more.

Dr Stefan Doerffer, spoke on behalf of AECL.

He presented Advanced CANDU Reactor - ACR 1000 as well as the AECL's proven track record during the last ten years to deliver Candu-6 on schedule and on budget (or ahead of schedule and below the budget).

The new pre-fab technology was successfully tested in Quinshan, China. Dr Doerffer also mentioned employing stainless steel in future feeder design so that the feeders are more robust. Dr Doerffer mentioned future AECL's plans that included the creation of some 1000+ High Tech jobs with an onset of the ACR era.

During the question period, Mr. Kulczynski defended CANDU by bringing to Monsieur Laferrère's and the audience's attention that 95% was a projected EPR's lifetime capacity factor while so far all PWR's in the world had achieved only 81%, the US PWR's 87% and CANDU 6's - 88%.His point was that we must compare apples to apples and not the design (or future predicted) capacity factor to those actually achieved. I also mentioned that, ironically, the CANDU's performed best outside of Canada because of the lack of political interference.

The debate about nuclear system selection for Ontario and Poland has started. The Association of Polish Engineers in Canada took an important step in bringing these vital issues out into the open.

Opracował mgr inż. Sławomir Basiukiewicz