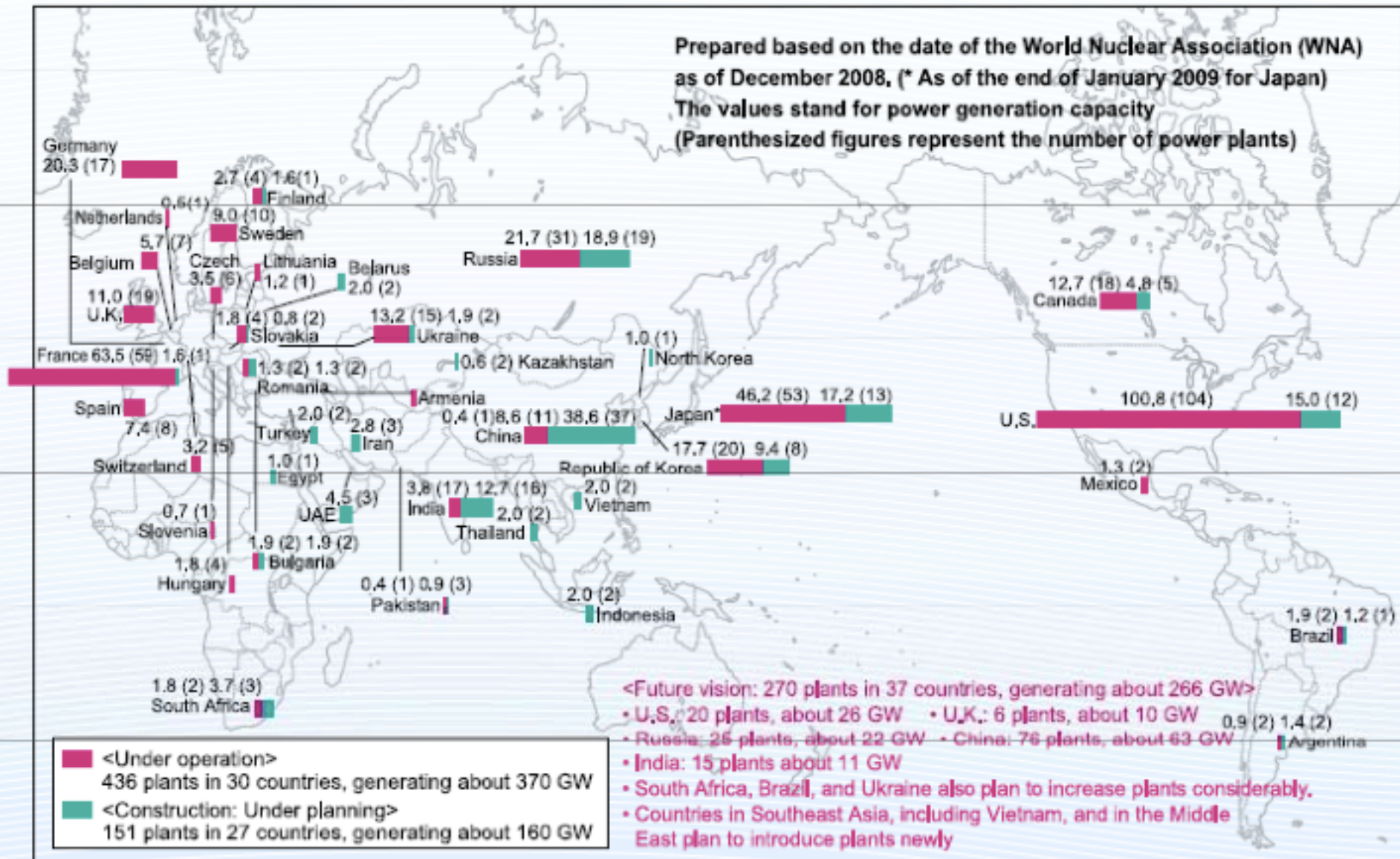
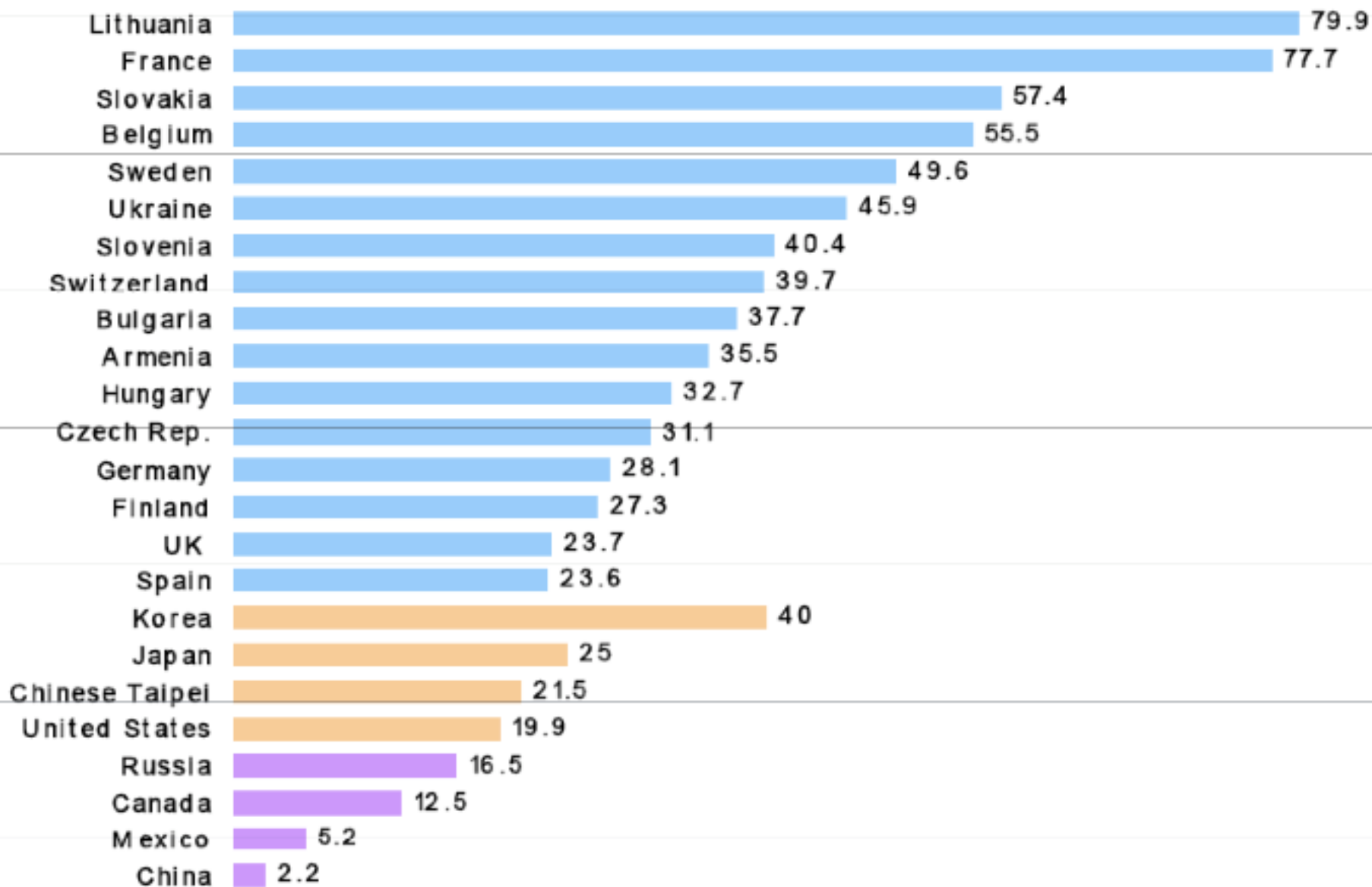


Current status of nuclear power reactor in the world

Source: White Paper on Nuclear Energy 2008



Nuclear share in total power generation(%)



Source: IAEA (2004a).

Current situation II

- Projected costs of generating electricity show that in many circumstances nuclear energy is competitive against coal and gas generation.
- A number of countries are reconsidering the role of nuclear energy, particularly in view of its advantages in reducing CO₂ emissions and in security supply.

IEA, Energy Technology Perspectives 2008. Ch.8

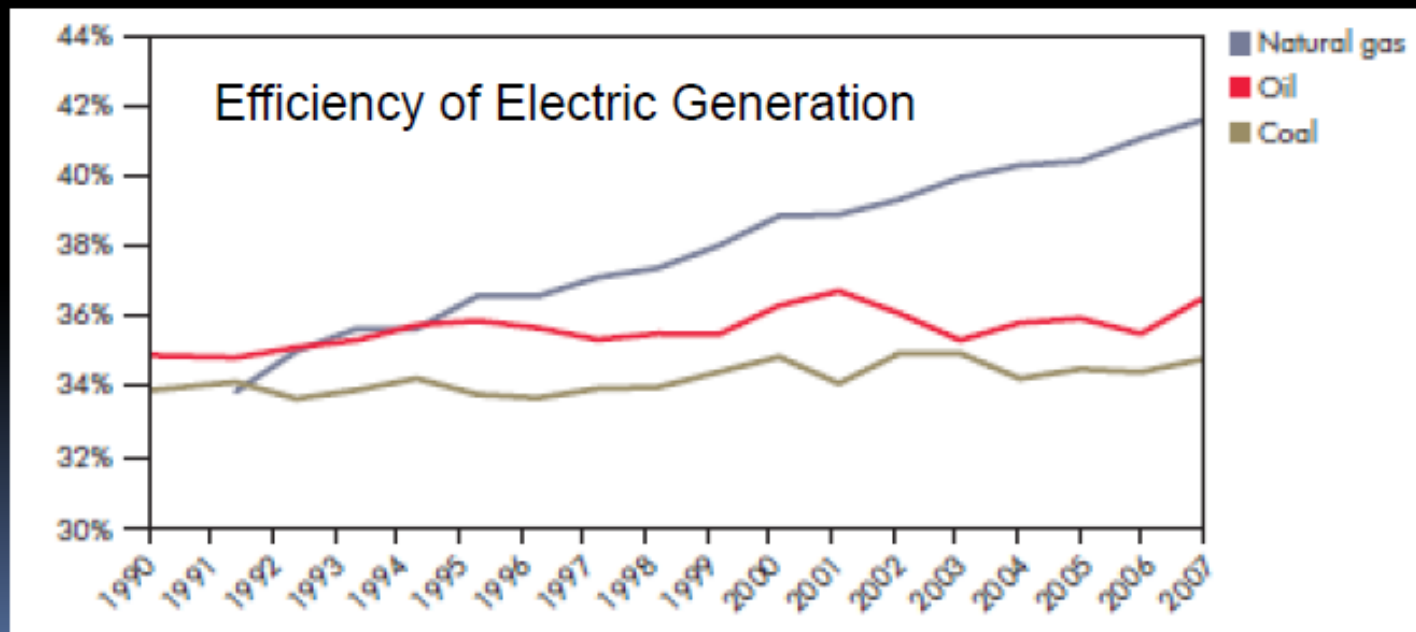
Cost assumptions for nuclear electricity generation (2010)

Investment cost 3 000 – 3 700 USD/kW

Operation and 90 – 111 USD/kW/yr

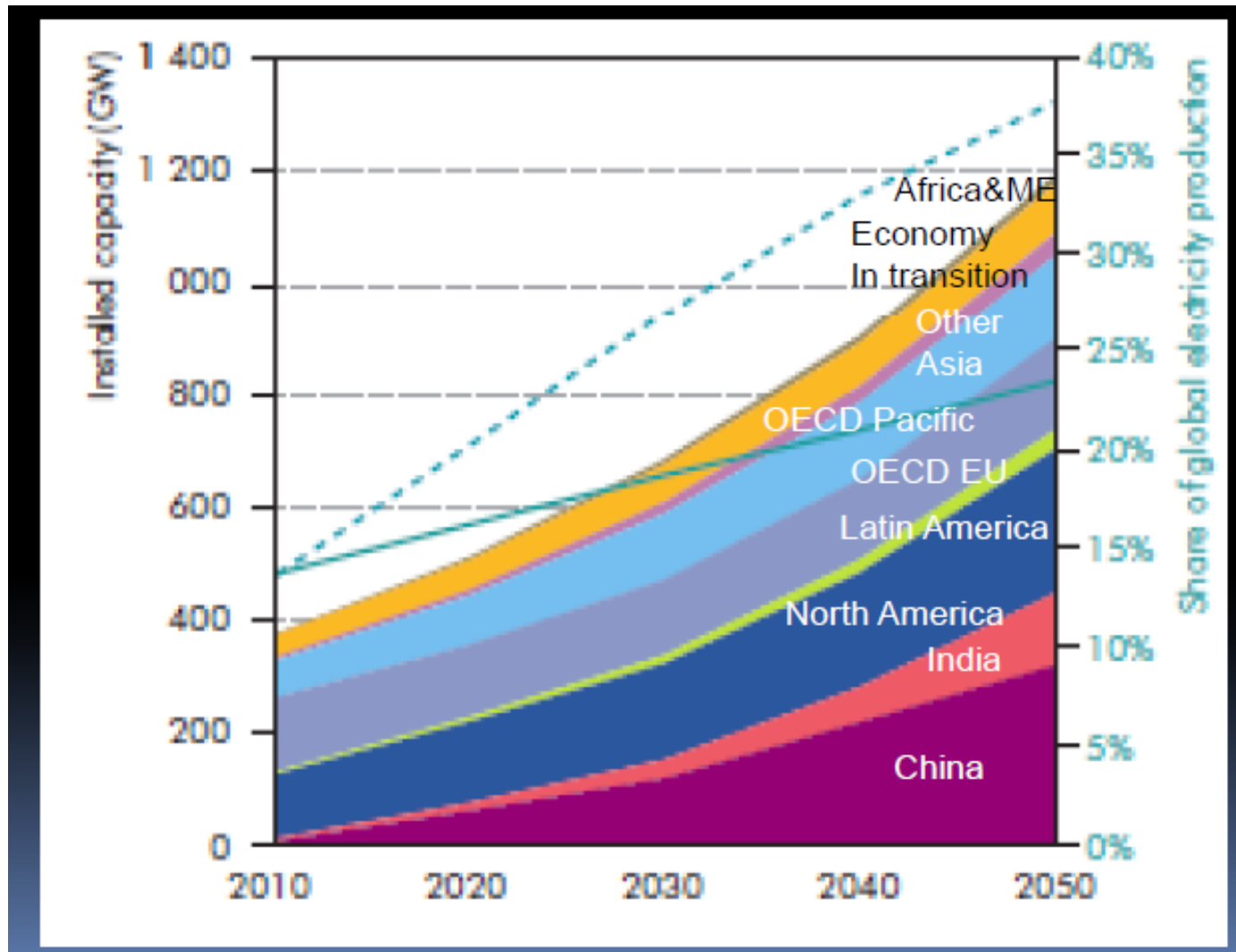
Maintenance cost

Net efficiency 36%



ETP2010 C.3

Future Trend of Nuclear Energy (IAE blue scenario)



Development of nuclear energy in Vietnam

Viewpoints on nuclear power development

a/ Nuclear power development for peaceful purposes is a consistent policy of Vietnam.

b/ Nuclear power development must be based on certified modern technology and follow a long-term program in order to form a nuclear power industry in Vietnam.

c/ Nuclear power development must assure safety for people and the environment.

The primer minister: Decision No. 906/QĐ-TTg, 17/6/2010

d/ International cooperation shall be stepped up to attract investment in and transfer nuclear power technologies.

e/ Social resources shall be reasonably mobilized for nuclear power development in order to guarantee success for the nuclear power development program.

f/ Nuclear power plants shall be built in locations selected in each period, suiting practical conditions of each location, conforming with local socio-economic development orientations and contributing to local and regional social-economic development.

The primer minister: Decision No. 906/QĐ-TTg, 17/6/2010

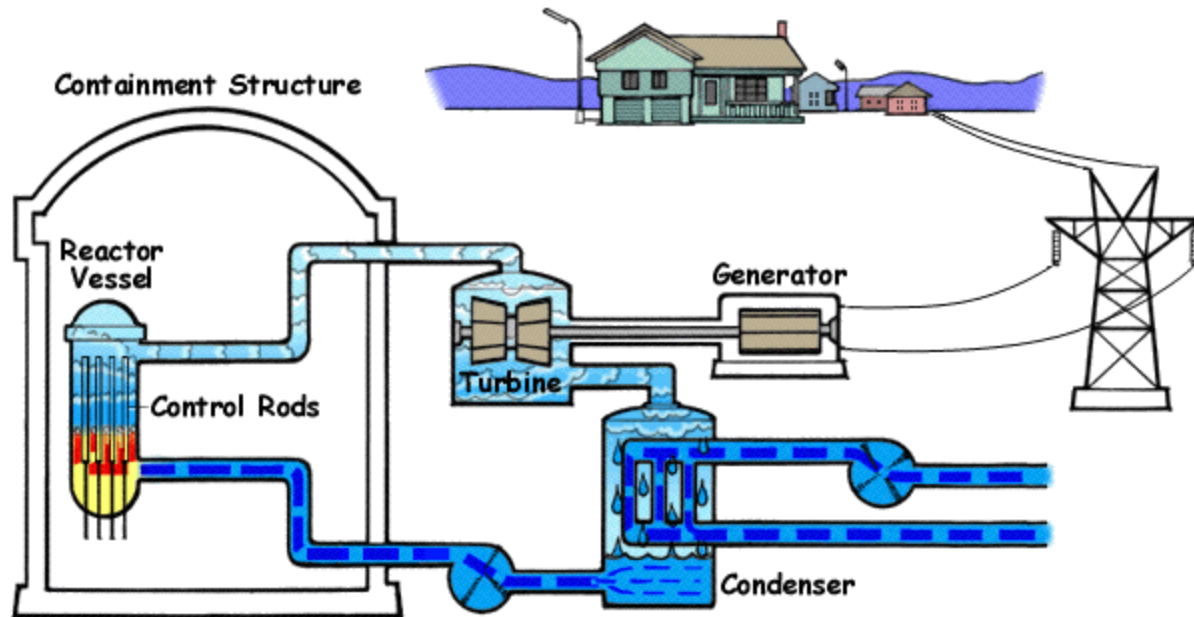
Model of nuclear power plant in Ninh Thuận

(source: *bee.net.vn*)



Technology used in nuclear power plant in Ninh Thuan is Pressurized Water Reactor (VVER). This is designed for third-generation nuclear power, which is much safer than the second-generation one

- The power of the first nuclear power plant in Vietnam is from 2.000 MW to 4.000 MW by 2020
- Unit 1 is expected to be commissioned in 2021, which supplies 1% the total electricity production, and 6% by 2030, and 20 - 25% by 2050. (<http://www.evntelecom.com.vn>)



List, capacities and time of operation of nuclear power turbine units

No.	Plant	Capacity (MW)	Year of operation
1	Phuoc Dinh nuclear power, turbine unit 1	1,000	2020
2	Phuoc Dinh nuclear power, turbine unit 2	1,000	2021
3	Vinh Hai nuclear power, turbine unit 1	1,000	2021
4	Vinh Hai nuclear power, turbine unit 2	1,000	2022
5	Phuoc Dinh nuclear power, turbine unit 3	1,000	2023
6	Phuoc Dinh nuclear power, turbine unit 4	1,000	2024
7	Vinh Hai nuclear power, turbine unit 3	1,000	2024
8	Vinh Hai nuclear power, turbine unit 4	1,000	2025
9	Central Vietnam nuclear power 1 and 2	2 x 1,000	2026
10	Central Vietnam nuclear power 3	1,300 - 1,500	2027
11	Central Vietnam nuclear power 4	1,300 - 1,500	2028
12	Central Vietnam nuclear power 5	1,300 - 1,500	2029
13	Central Vietnam nuclear power 6	1,300 - 1,500	2030
	Total capacity	15,000 - 16,000	

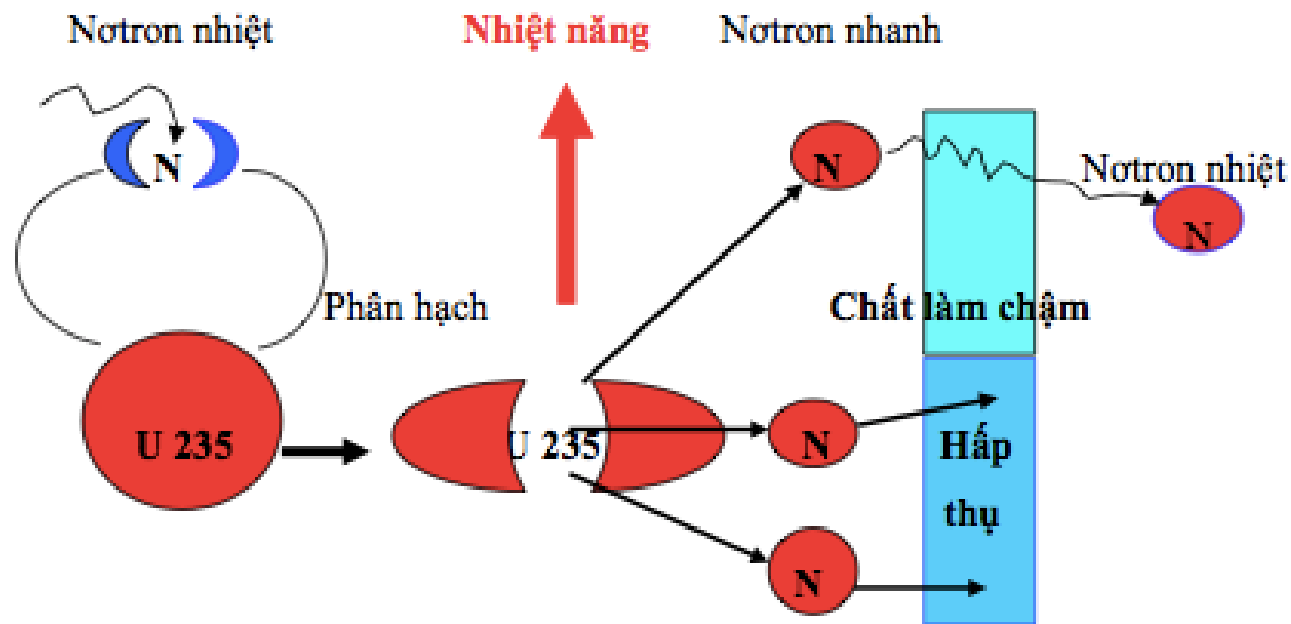
The primer minister: Decision No. 906/QĐ-TTg, 17/6/2010

In order to implement the above program on development of nuclear power plants, 8 locations are planned for building nuclear power plants, each capable of building between 4 and 6 nuclear power turbine units:

- a) Thôn Vĩnh Trường, xã Phước Dinh, huyện Thuận Nam, tỉnh Ninh Thuận.
- b) Thôn Thái An, xã Vĩnh Hải, huyện Ninh Hải, tỉnh Ninh Thuận.
- c) Thôn Lộ Liêu, xã Hoài Mỹ, huyện Hoài Nhơn, tỉnh Bình Định.
- d) Vũng La, thôn Phú Hải, xã Xuân Phương, huyện Sông Cầu, tỉnh Phú Yên.
- đ) Thôn Sơn Tịnh, xã Kỳ Xuân, huyện Kỳ Anh, tỉnh Hà Tĩnh.
- e) Bãi Chà Lả, thôn Bình Tiên, xã Cống Hải, huyện Thuận Bắc, Ninh Thuận.
- g) Thôn Gia Hòa, xã Đức Thắng, huyện Mộ Đức, tỉnh Quảng Ngãi.
- h) Thôn Văn Bản, xã Đức Chánh, huyện Mộ Đức, tỉnh Quảng Ngãi.

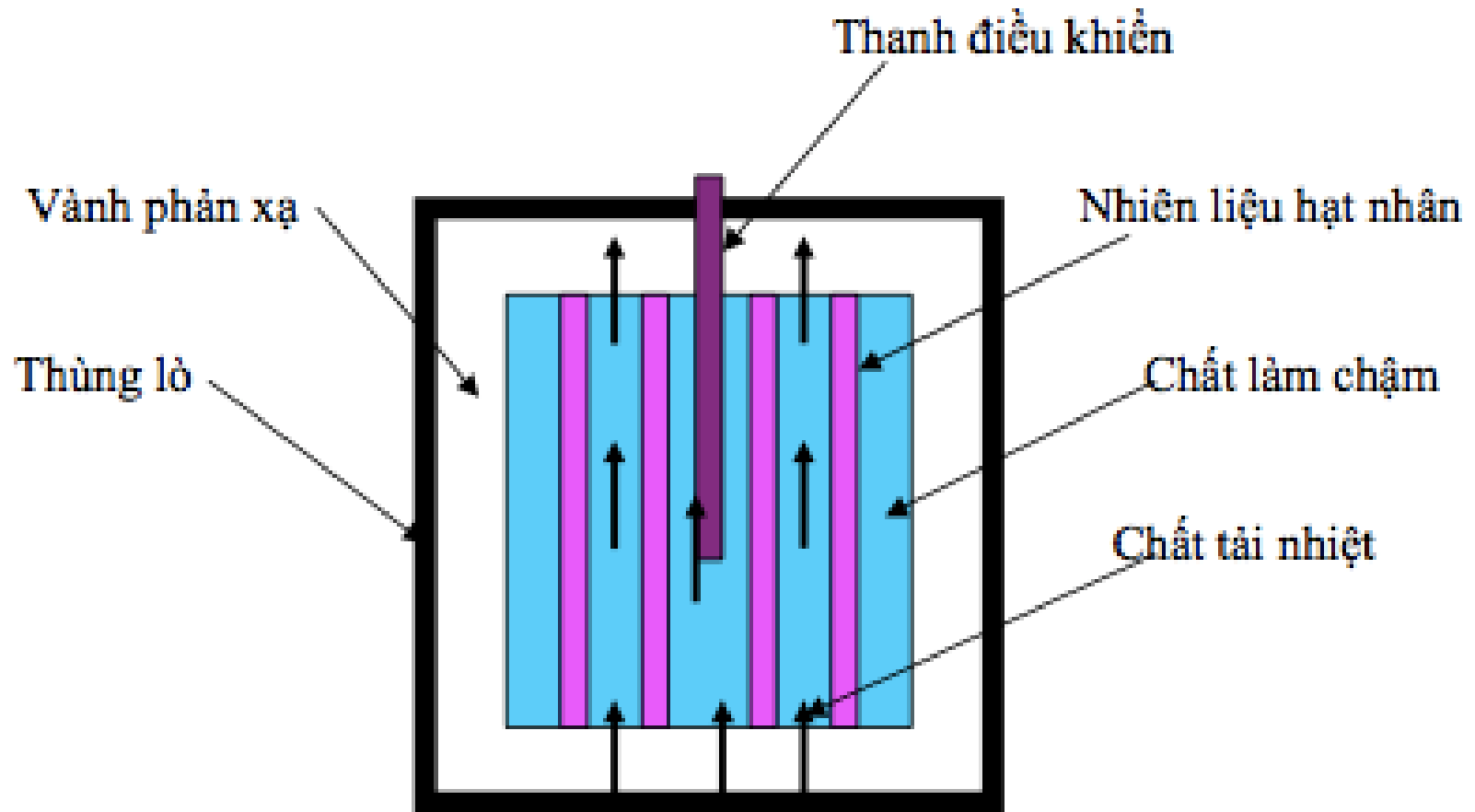
Part 2. Basis concepts of nuclear power plant technology

2. 1 Principle of the nuclear fission



Simple model presenting principle of the nuclear fission

2.2 Basis structure of nuclear power reactor and materials



Basis structure of nuclear power reactor

Main elements, materials and functions

TT	Phần tử	Vật liệu	Chức năng
1	Nhiên liệu	U^{233} , U^{235} , Pu^{239} , Pu^{241}	Chất phân hạch
2	Chất làm chậm	H_2O , D_2O , C, Be	Giảm năng lượng của neutron nhanh thành neutron nhiệt
3	Chất tải nhiệt	H_2O , D_2O , CO_2 , He, Na	Tải nhiệt làm mát lò
4	Thanh điều khiển	Cd, B, Hf	Điều khiển mức tăng giảm neutron
5	Vành phản xạ	Như các chất làm chậm	Giảm mất mát neutron
6	Thùng lò	Fe & S/S	Chịu áp lực và chứa toàn bộ vùng hoạt
7	Tường bảo vệ	Bê tông, H_2O , Fe, Pb	Bảo vệ chống bức xạ
8	Các vật cấu trúc khác	Al, Fe, Zn, S/S	Hỗ trợ các cấu trúc trong lò

Nuclear reactor classification

SỐ TT	LOẠI Lò	Tên gọi	Nhiên liệu	Chất làm chậm	Chất tải nhiệt
1	PWR	Lò nước áp lực	Urani làm giàu nhẹ 2-5%	H ₂ O	H ₂ O
2	BWR	Lò nước sôi	Urani làm giàu nhẹ 2-5%	H ₂ O	H ₂ O
3	WWER	Lò nước áp lực (LX cũ)	Urani làm giàu nhẹ 2-5%	H ₂ O	H ₂ O
4	PHWR - CANDU	Lò nước nặng kênh áp lực	Urani tự nhiên 0,7%	D ₂ O	D ₂ O H ₂ O
5	GCR	Lò khí grafit	Urani tự nhiên 0,7%	Grafit	Khí He
6	LWGR	Lò nước grafit kênh áp lực	Urani tự nhiên giàu nhẹ	Grafit	H ₂ O
7	AGR	Lò khí grafit cải tiến	Urani tự nhiên 0,7%	Grafit	Khí He
8	FBR	Lò nhanh tái sinh	Urani làm giàu hoặc Plutoni	Không	Na

- **Generation I** reactors were developed in 1950-60s, and outside the UK none are still running today.
- **Generation II** reactors are typified by the present US and French fleets and most in operation elsewhere.
- **Generation III (and 3+)** are the Advanced reactors. The first are in operation in Japan and others are under construction or ready to be ordered.

The third generation nuclear reactors are advanced-design, including:

- ABWR designed by GE, in Japan
- System 80+ designed by CE (Combustion Engineering)
- Advanced PWR (APWR) designed by Westinghouse, MHI
- WWER-1000: AES-91, AES-92 designed by Russia
- AP600 designed by Westinghouse.
- EPR (Evolutionary Pressurized / European Pressurized Reactor) – designed by Framatome and KONVOI (Siemens)

Generation III+ includes:

- Advanced CANDU Reactor (ACR)
- AP1000 – based on design of AP600 from Westinghouse;
- Economic Simplified Boiling Water Reactor (ESBWR) – based on design of ABWR;
- APR-1400 – developed from KNGR (Korean Next Generation Reactor) using design of System 80+ from US.

Safety properties of nuclear reactor generations

Thế hệ lò	Đặc trưng thiết kế	Xác suất phá huỷ vùng hoạt, năm ⁻¹	Xác suất thoát xạ ra MT, năm ⁻¹	<u>Ví dụ loại lò</u>
I	Các HT an toàn chủ động + Toà nhà bảo vệ	$> 10^{-4}$	$> 10^{-5}$	Phần lớn các loại lò đang hoạt động
II	Các HT an toàn chủ động cải tiến : Đặt bể corium & Quản lý sự cố + Toà nhà bảo vệ	$< 10^{-4} - 10^{-6}$	$< 10^{-6} - 10^{-7}$	Sizewell, N4, Convoy, System80+, AES-91,
III	Các HT an toàn chủ động và thụ động: Đặt bể corium & Quản lý sự cố + Toà nhà bảo vệ	$< 10^{-6} - 10^{-7}$	Hầu như không thể xảy ra	EPR, ABWR, AP-1000, ESBWR, SIR, AES-92
IV	Hoàn toàn thiết kế mới: Hầu như không có khả năng nóng chảy vùng hoạt ("NLHN không có thảm hoạ")	Nhỏ hơn mức có thể tiên đoán		MHTR, PIUS, ISIS, PRIS, SAFR, PBMR

The III and III+ generations have following properties

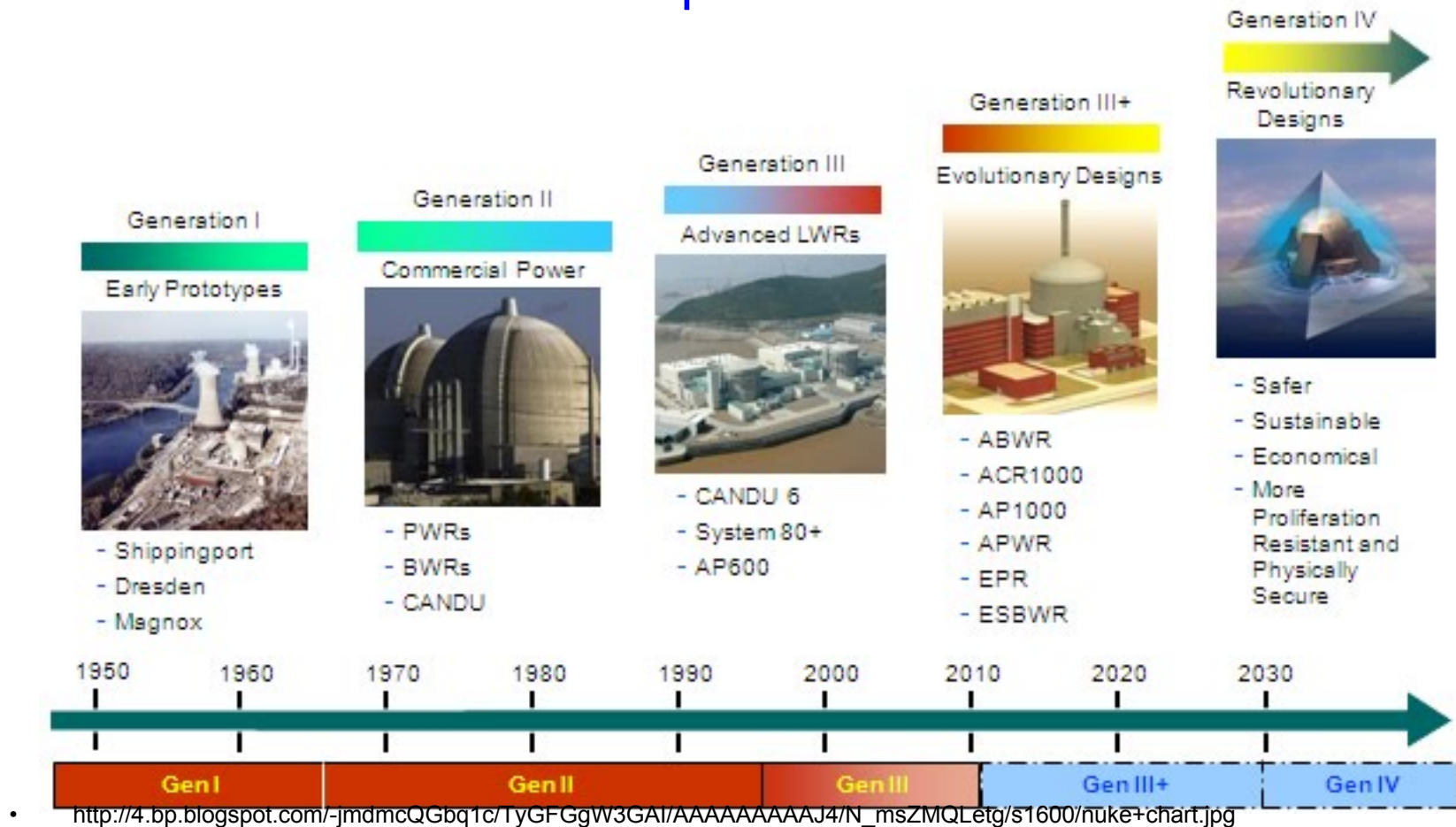
- To standardize the design of each generation in order to shorten the licensing process, reduce investigating expenses, and construction time
- a simpler and more rugged design, making them easier to operate and less vulnerable to operational upsets
- higher availability and longer operating life - typically 60 years
- further reduced possibility of core melt accidents, resistance to serious damage that would allow radiological release from an aircraft impact
- higher burn-up to reduce fuel use and the amount of waste, burnable absorbers ("poisons") to extend fuel life.

The IV generation

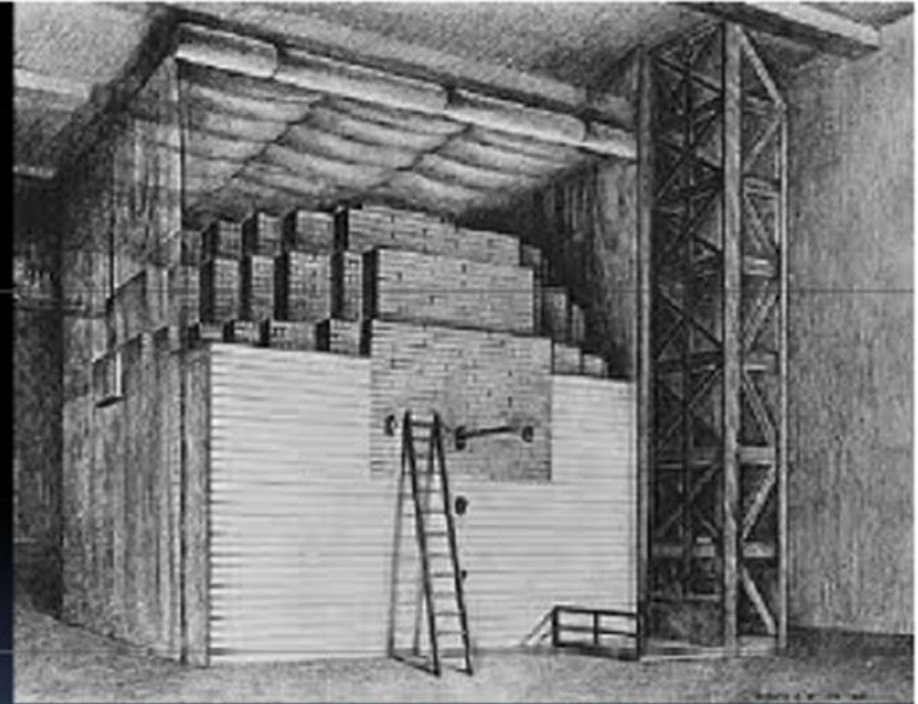
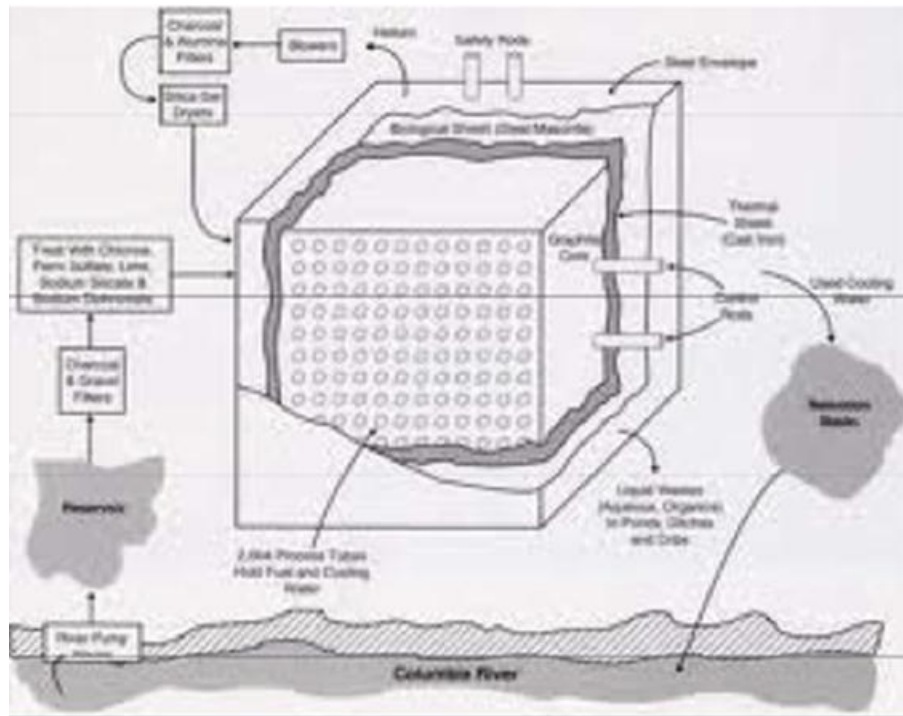
- The IV generations are designs of GIF (Generation IV International Forum), followed the initiative of DOE and 10 other country memmmbers.
- Generation IV designs are still on the drawing board and will not be operational before 2030 at the earliest.
- In 2002, GIF showed the Roadmap for 6 designs

Part 3. Developing history of nuclear power plants

Development of different generations of nuclear power plants



Developing history of nuclear power plants



CP-1 (Chicago Pile One)

Experimental Breeder Reactor-1 (EBR-1) at Idaho National Laboratory



**Installing the reactor vessel into
Experimental Breeder Reactor-I.**

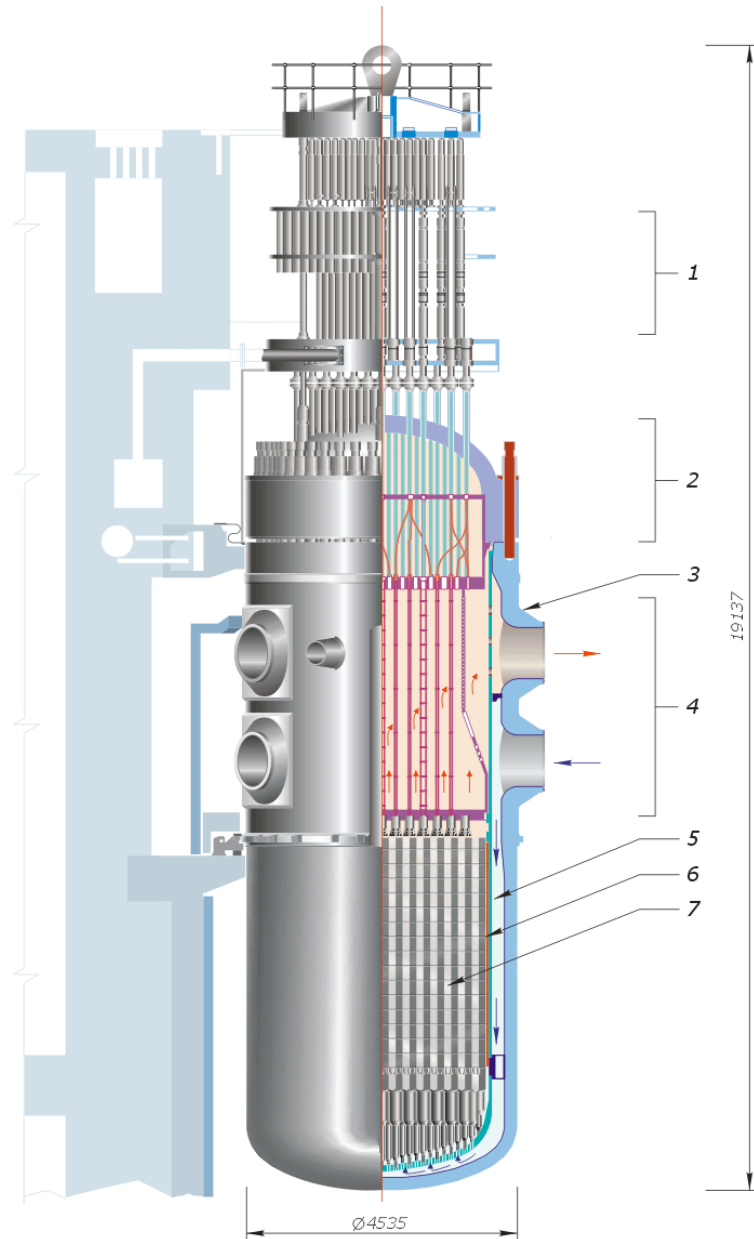
The world's first nuclear power plant built in Obninsk



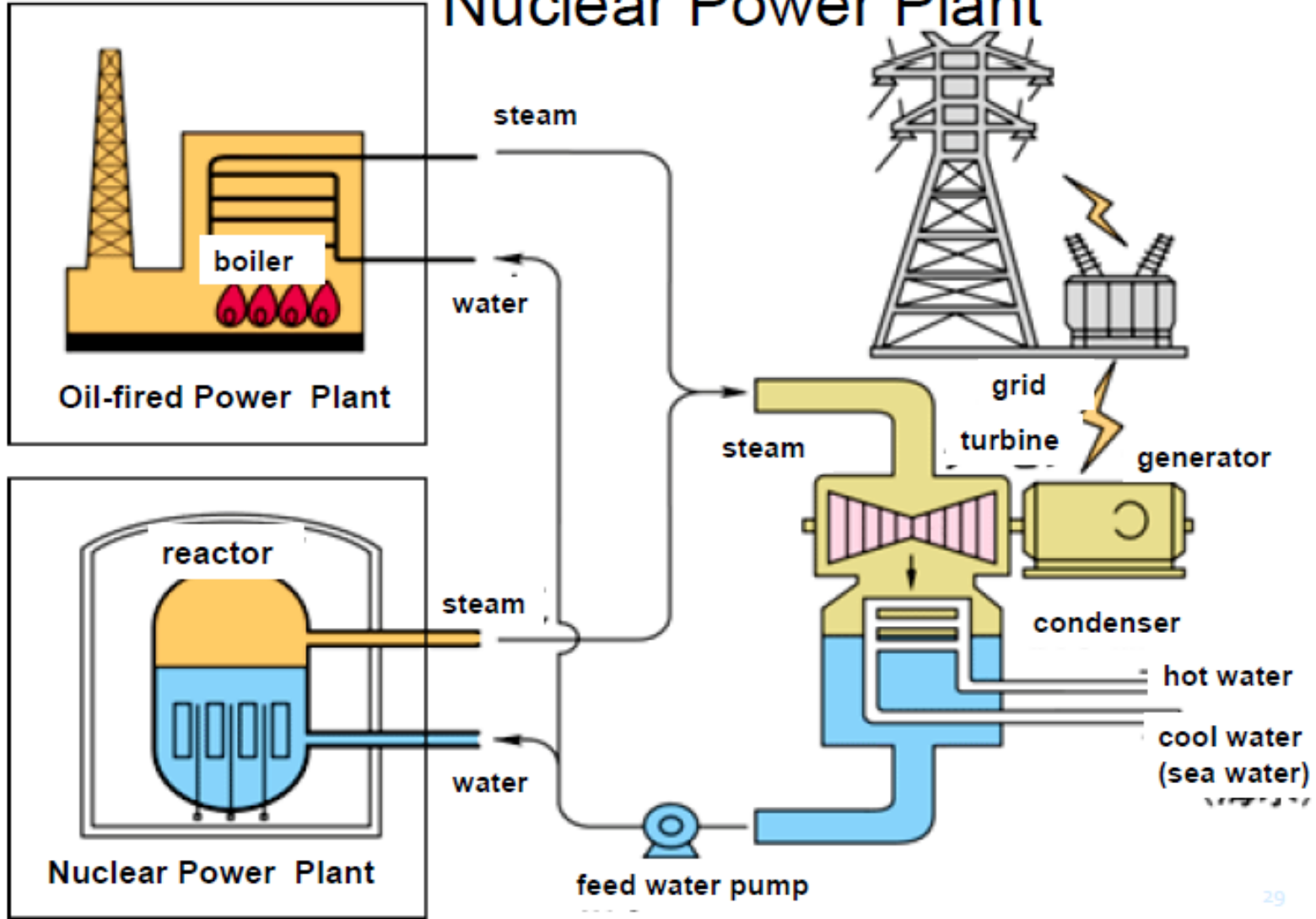
Protect cover of nuclear reactor



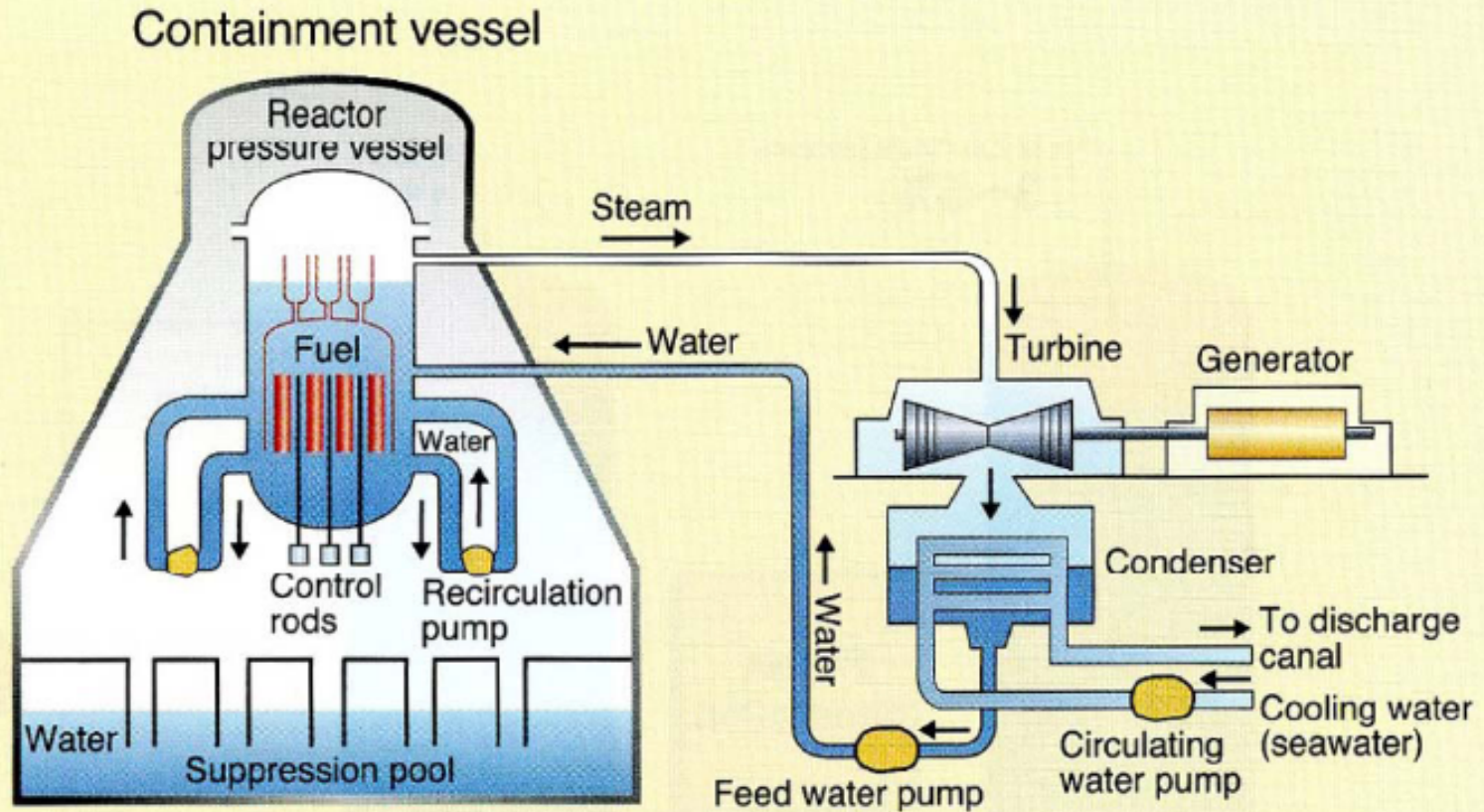
ò VVER or WWER-1000 (Water-Water Energetic Reactor, 1000 MWe)



Nuclear Power Plant



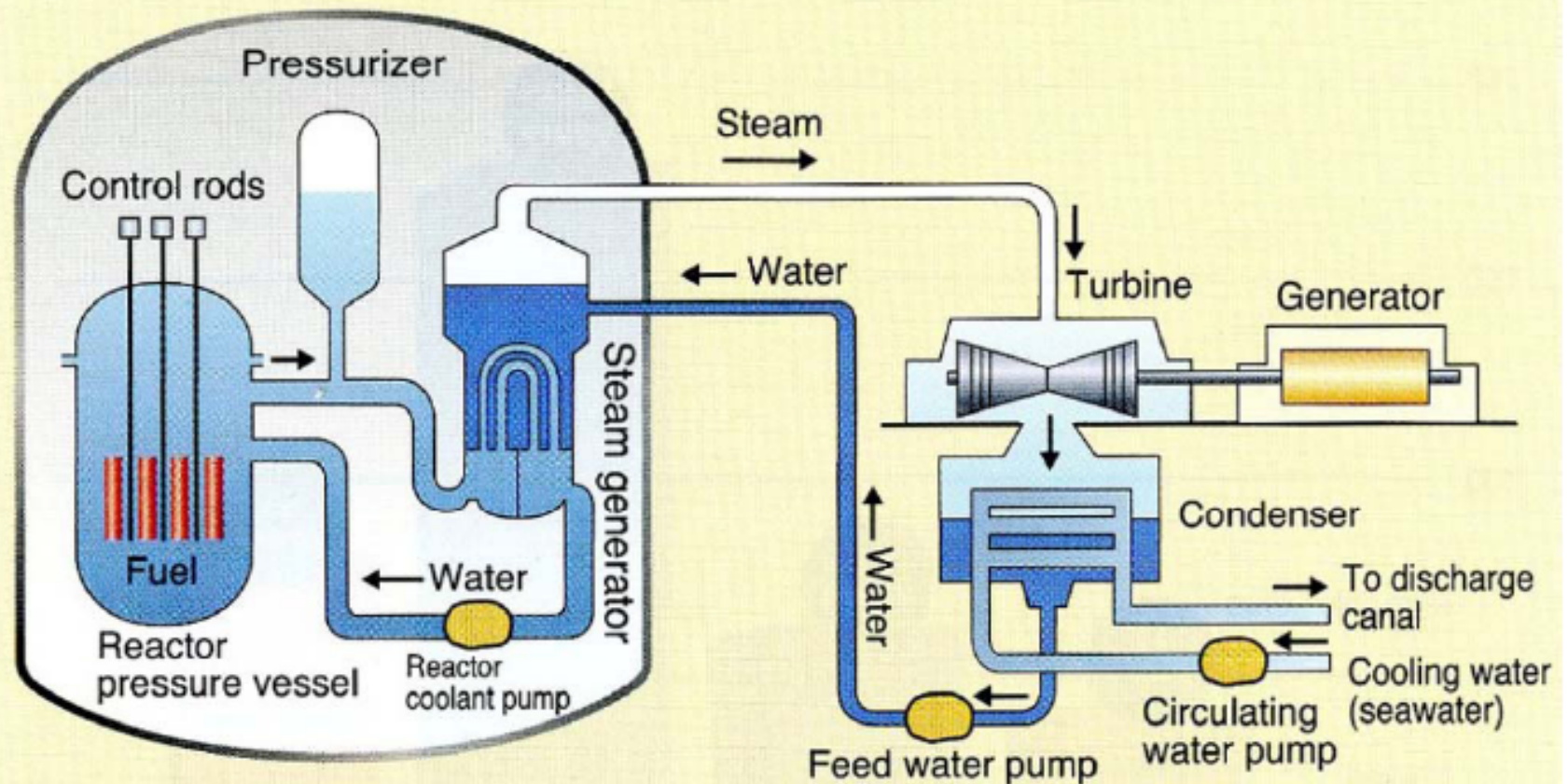
Boiling Water Reactor (BWR)



Japan 30 Hitachi, Toshiba, GE

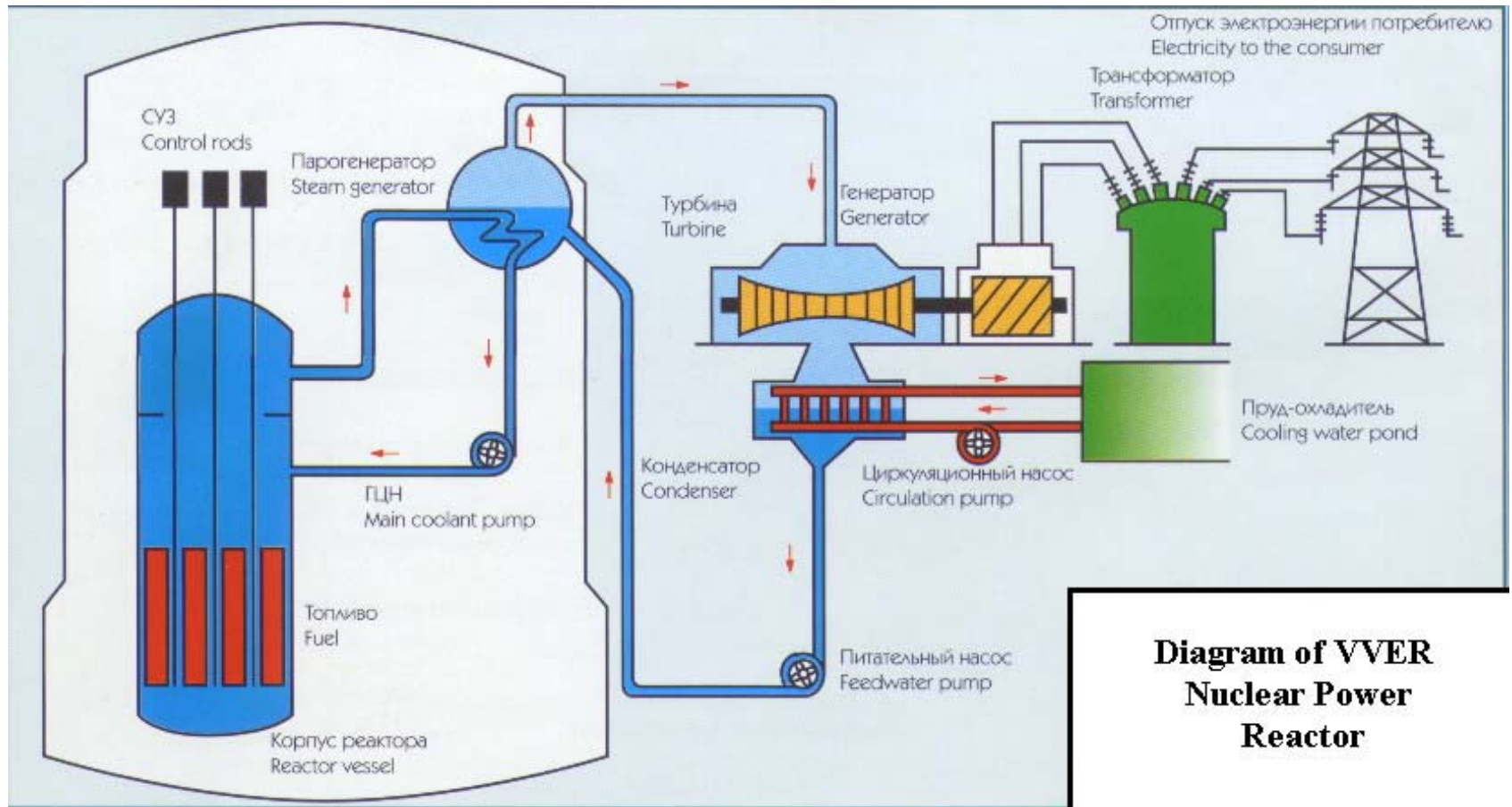
Pressurized Water Reactor (PWR)

Containment vessel

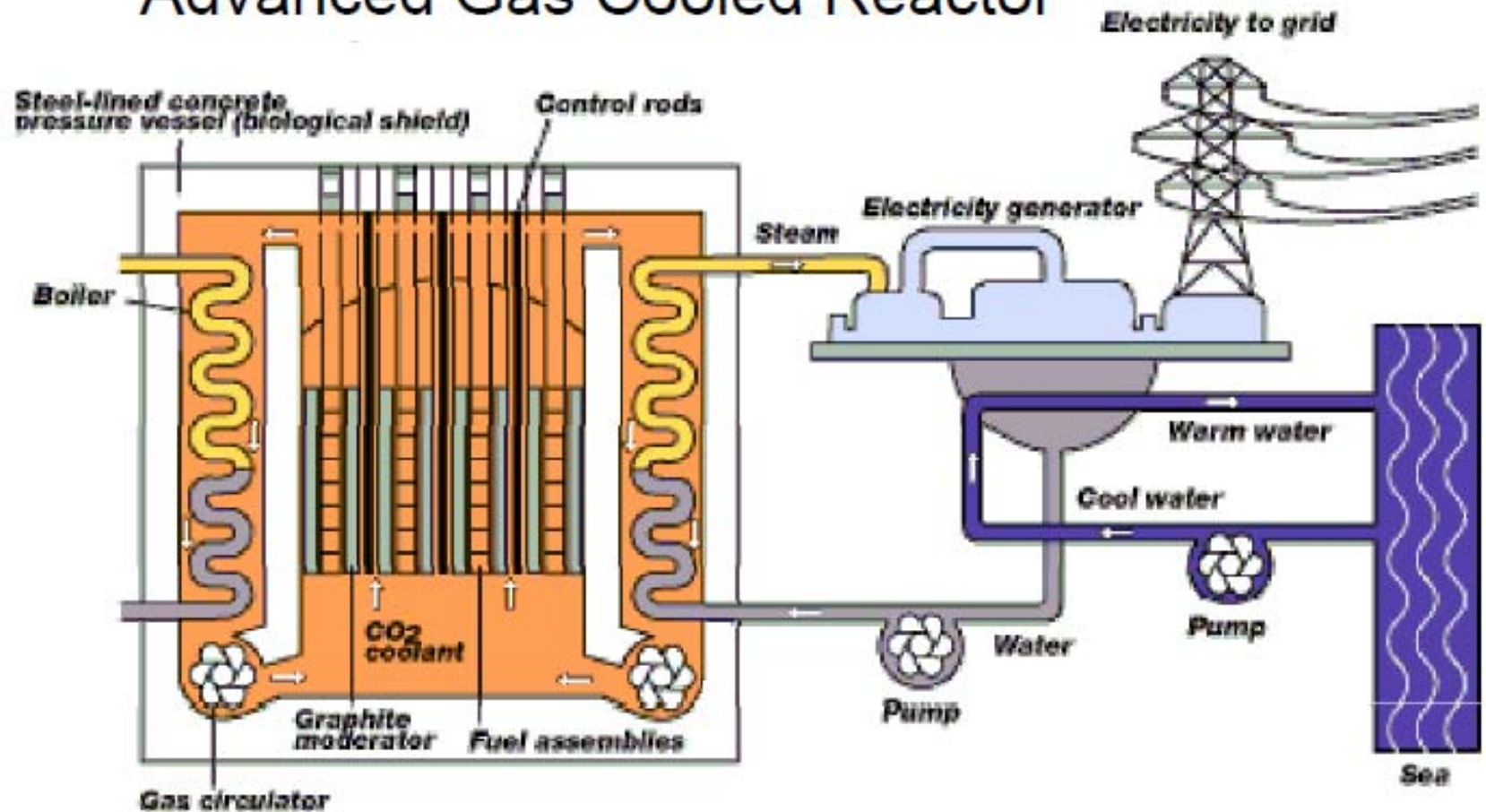


Japan 24 WH, Mitsubishi, Toshiba, AREVA Majority in the world

VVER nuclear power reactor

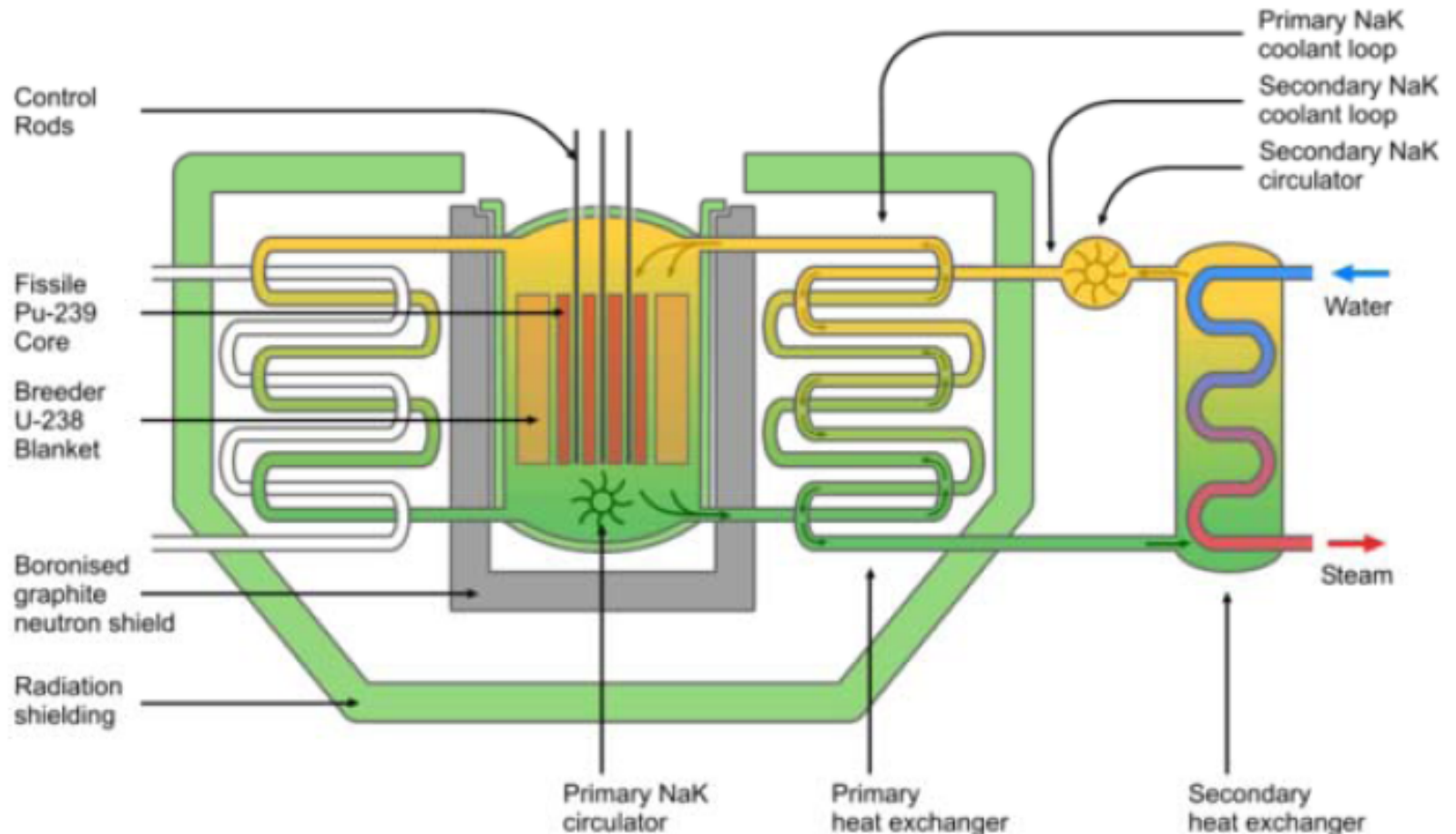


Advanced Gas Cooled Reactor



Scottish Nuclear

Fast Breeder Reactor (Liquid Type)



References

1. Phạm Hoàng Lương. Kỹ thuật năng lượng, Bài giảng dành cho sinh viên hệ chính quy ngành kỹ thuật Nhiệt-Lạnh, Đại học Bách Khoa Hà Nội, 2005;
2. Phạm Hoàng Lương. “Công nghệ than sạch – Hiện trạng và triển vọng phát triển”, Tạp chí KH-CN Nhiệt Việt Nam, số 65, trang 13-16, 2005;
3. Phạm Hoàng Lương. Nghiên cứu ứng dụng công nghệ lớp sôi và lớp sôi tuần hoàn ở Việt Nam, Báo cáo tổng kết đề tài Ươm tạo Công nghệ, Bộ Giáo dục và Đào tạo, tháng 10, 2007;
4. Phạm Hoàng Lương. Quản lý năng lượng bền vững, Bài giảng dành cho Cán bộ quản lý năng lượng và kiểm toán năng lượng, Chương trình Mục tiêu quốc gia về Sử dụng Năng lượng Tiết kiệm và Hiệu quả, 2009;
5. Hoang-Luong PHAM. ED.729018 Clean Coal Technologies and Carbon Capture and Sequestration in Response to Climate Change, Lecture notes, School of Environment, Natural Resources and Development, Asian Institute of Technology, Thailand, July 2010;
6. Pogaku Ravindra. Status of Conventional Energy Technologies, ppt. lecture notes of UNESCO e-learning course: Energy for Sustainable Development in Asia, 2011;
7. Harwin Saptoadi. Conventional Power Plants, ppt. lecture notes of UNESCO e-learning course: Energy for Sustainable Development in Asia, 2011;
8. H. Ohgaki. Nuclear Energy, ppt. lecture notes of UNESCO e-learning course: Energy for Sustainable Development in Asia, 2011;
9. Quyết định của Thủ tướng chính phủ số 906/QĐ-TTg, ngày 17/6/2010
10. Lê Đức Dũng. Lý thuyết và thiết bị cháy, Bài giảng cho sinh viên chuyên ngành Nhiệt-Lạnh, Đại học Bách khoa Hà Nội, 2010
11. Lê Đức Dũng, Lò hơi, Bài giảng cho sinh viên chuyên ngành Nhiệt-Lạnh, Đại học Bách khoa Hà Nội, 2011
12. Viện năng lượng Việt nam, Báo cáo tóm tắt tổng quan hệ thống công nghệ nhà máy điện hạt nhân, 4/2011
13. <http://www.evntelecom.com.vn>
14. <http://englishrussia.com/2009/07/07/the-worlds-first-nuclear-power-plant>

Thank you!