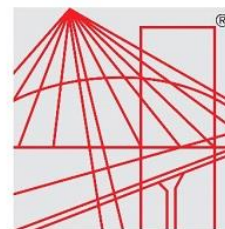


budma

Międzynarodowe Targi Budownictwa i Architektury



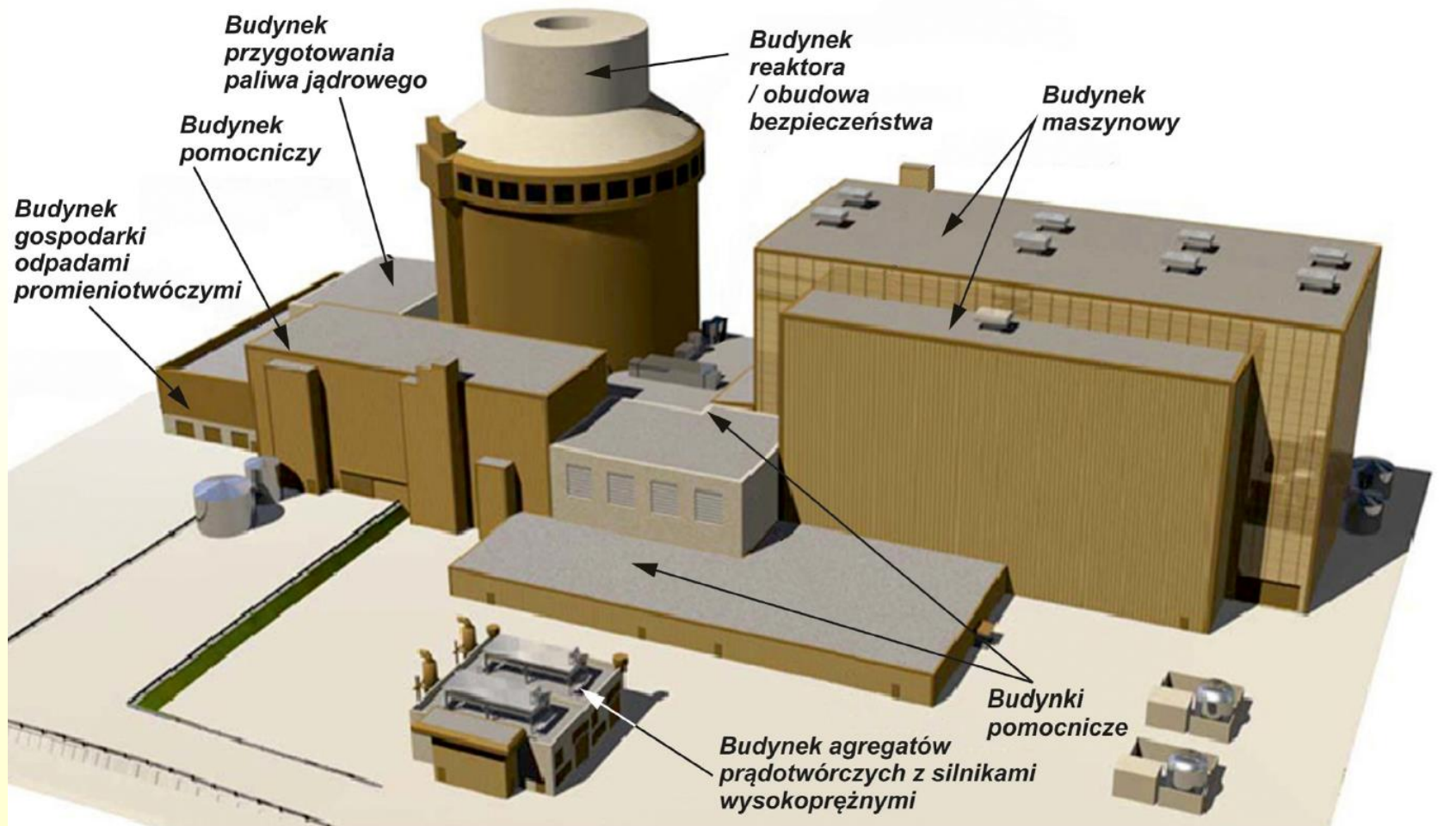
WIELKOPOLSKA
OKRĘGOWA
I Z B A
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

Systemy bezpieczeństwa elektrowni jądrowych AP1000 i AP300 firmy Westinghouse

prof. dr hab. inż. Janusz Wojtkowiak



**Instytut Inżynierii Środowiska i Instalacji Budowlanych
Politechnika Poznańska**



Widok EJ z AP1000, Westinghouse
(Źródło: [U.S. NRC AP1000 Plant Overview, Chapter 1.0, 2022](#))



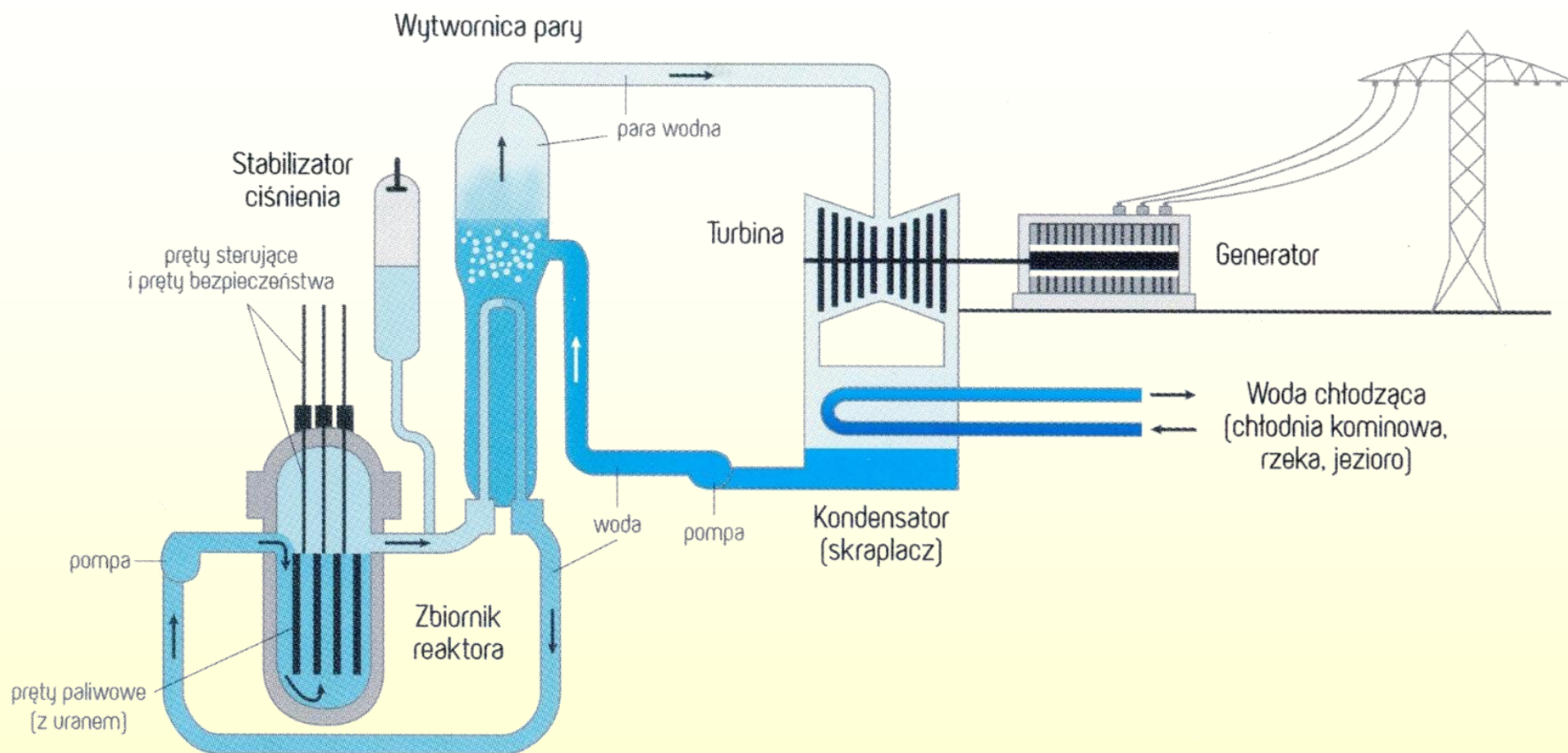
Widok EJ z AP300 SMR, Westinghouse

(Źródło: <https://www.westinghousenuclear.com/poland/ap300-smr>)



Układ funkcjonalny EJ

Wszystkie systemy i urządzenia niezbędne do tego, aby elektrownia wypełniała swoje podstawowe zadanie, tzn. produkowała energię elektryczną

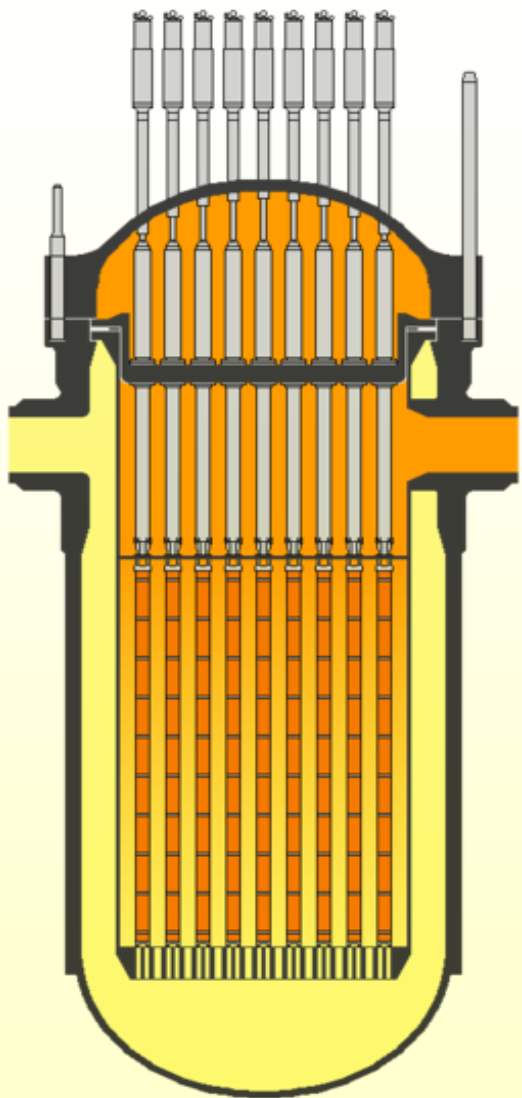


Układ funkcjonalny elektrowni jądrowej (EJ) z reaktorem wodno ciśnieniowym (PWR)

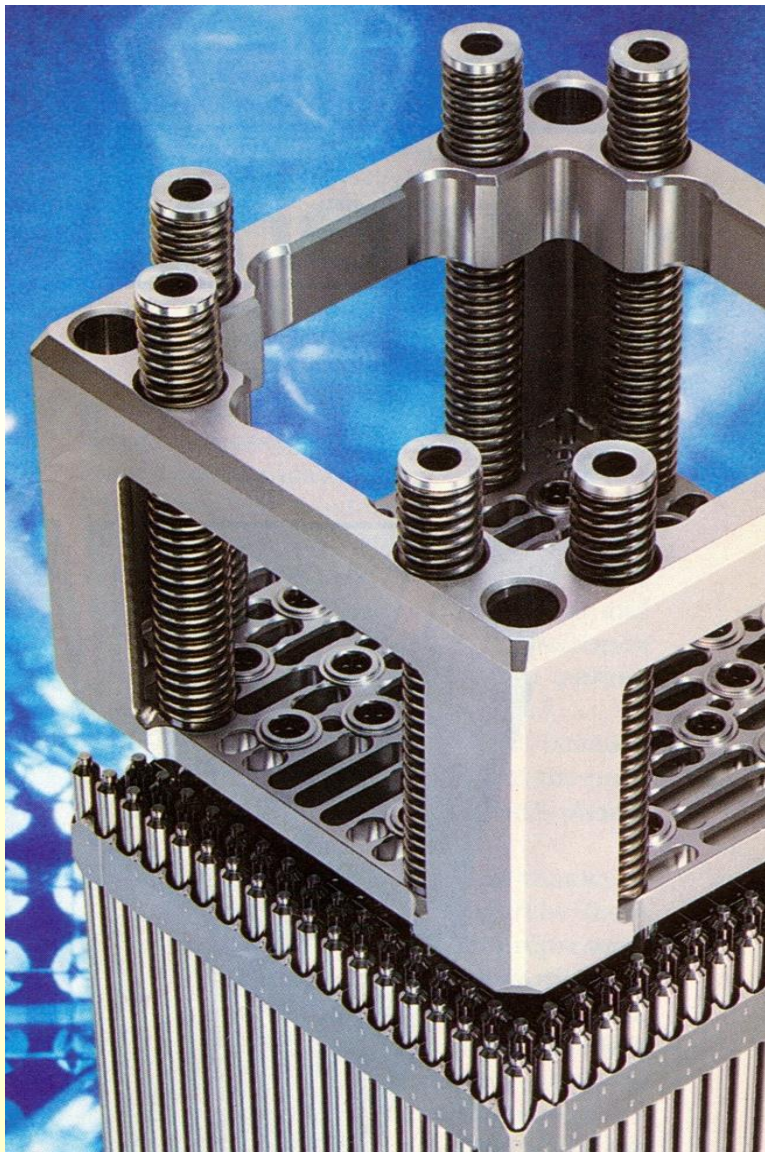
(Źródło: [Poznaj atom. EJ w pigułce. Ministerstwo Gospodarki RP](#))

Układ bezpieczeństwa EJ

Wszystkie systemy i urządzenia, których zadaniem jest dbanie o poprawność działania układu funkcjonalnego polegające na nie dopuszczaniu do wystąpienia awarii, a przypadku gdyby jednak do nich doszło - maksymalne ograniczanie ich skutków



Rdzeń i zbiornik ciśnieniowy reaktora

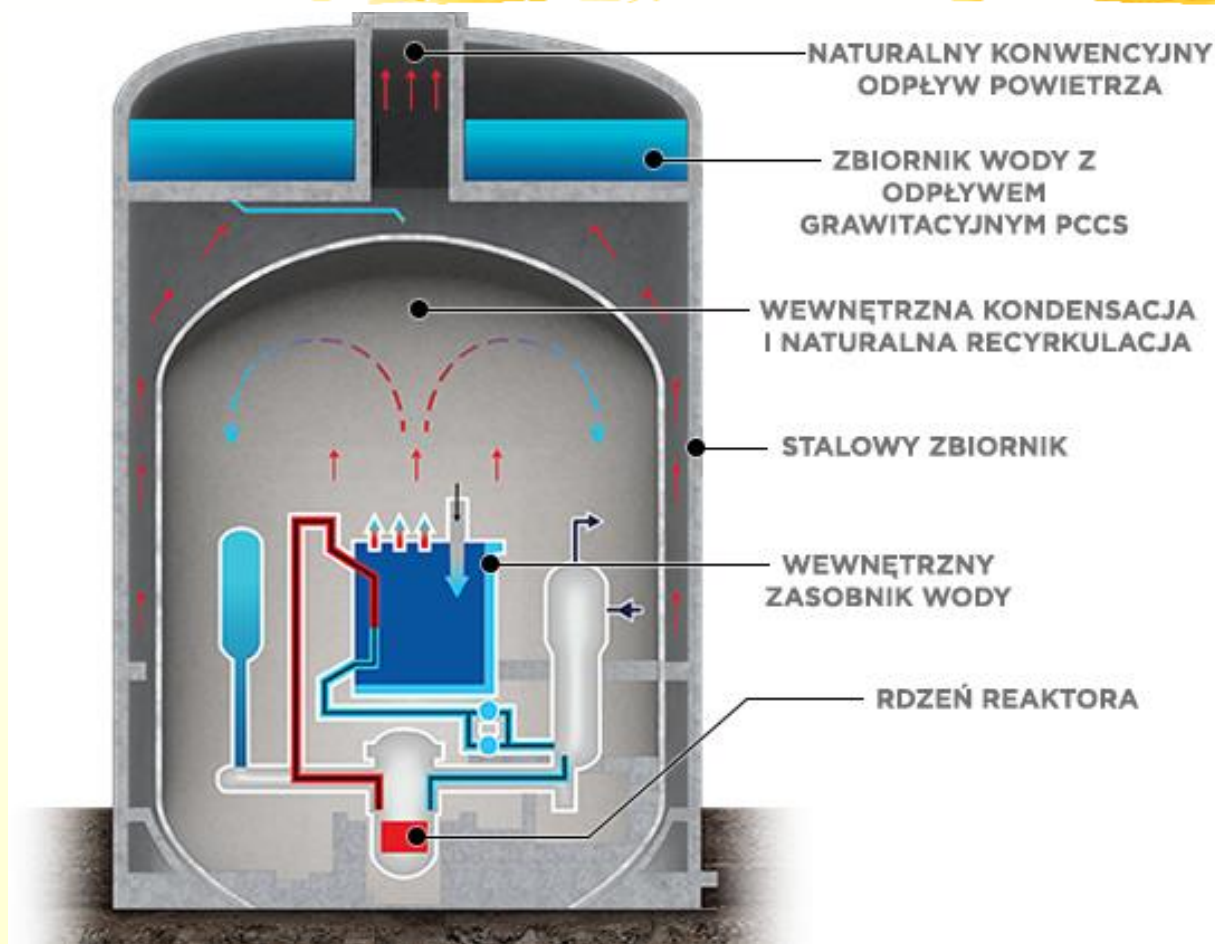


Kasety paliwowe





Paliwo jądrowe



Obudowa bezpieczeństwa i system awaryjnego chłodzenia rdzenia EJ z AP300 SMR, Westinghouse

(Źródło: <https://www.westinghousenuclear.com/poland/ap300-smr>)

Potencjalne zagrożenie ze strony EJ

Pytanie: Co jest źródłem potencjalnego zagrożenia ze strony EJ?

Odpowiedź: zagrożenie stanowią izotopy promieniotwórcze powstające w rdzeniu reaktora podczas normalnej pracy elektrowni

(Po roku pracy reaktora 1000 MWe, ok. 20 t paliwa o aktywność $3,7 \times 10^{20}$ Bq, ok. 400 rodzajów produktów rozszczepienia, w tym ok. 200 promieniotwórczych)

Realność zagrożenia

Pytanie: kiedy potencjalne zagrożenie może stać się realne?

Odpowiedź: promieniotwórcze izotopy mogą stanowić realne zagrożenie tylko w sytuacjach awaryjnych polegających na zniszczeniu (stopieniu) rdzenia reaktora

Co zrobić, aby potencjalne zagrożenie nie stało się realnym?

Wniosek/odpowiedź:

elektrownię należy wyposażyć w układ bezpieczeństwa, który nie dopuści do zniszczenia rdzenia, a w przypadku gdyby jednak do tego doszło nie pozwoli na uwolnienie promieniotwórczych izotopów do otoczenia

System barier w EJ

- 1. Sieć krystaliczna paliwa (ponad 99% promieniotwórczych izotopów)**
- 2. Koszulki elementów paliwowych**
- 3. Zbiornik ciśnieniowy reaktora i rurociągi obiegu pierwotnego**
- 4. Obudowa bezpieczeństwa**

Podstawowe zadania układu bezpieczeństwa

1. Natychmiastowe wykrycie wszelkich nieprawidłowości (T , p , v , I)
2. Awaryjne wyłączenie reaktora
3. Odbiór ciepła powyłączeniowego
4. Chłodzenie i wentylowanie obudowy bezpieczeństwa
5. Utrzymanie szczelności obudowy bezpieczeństwa

Zasady budowy systemów bezpieczeństwa EJ

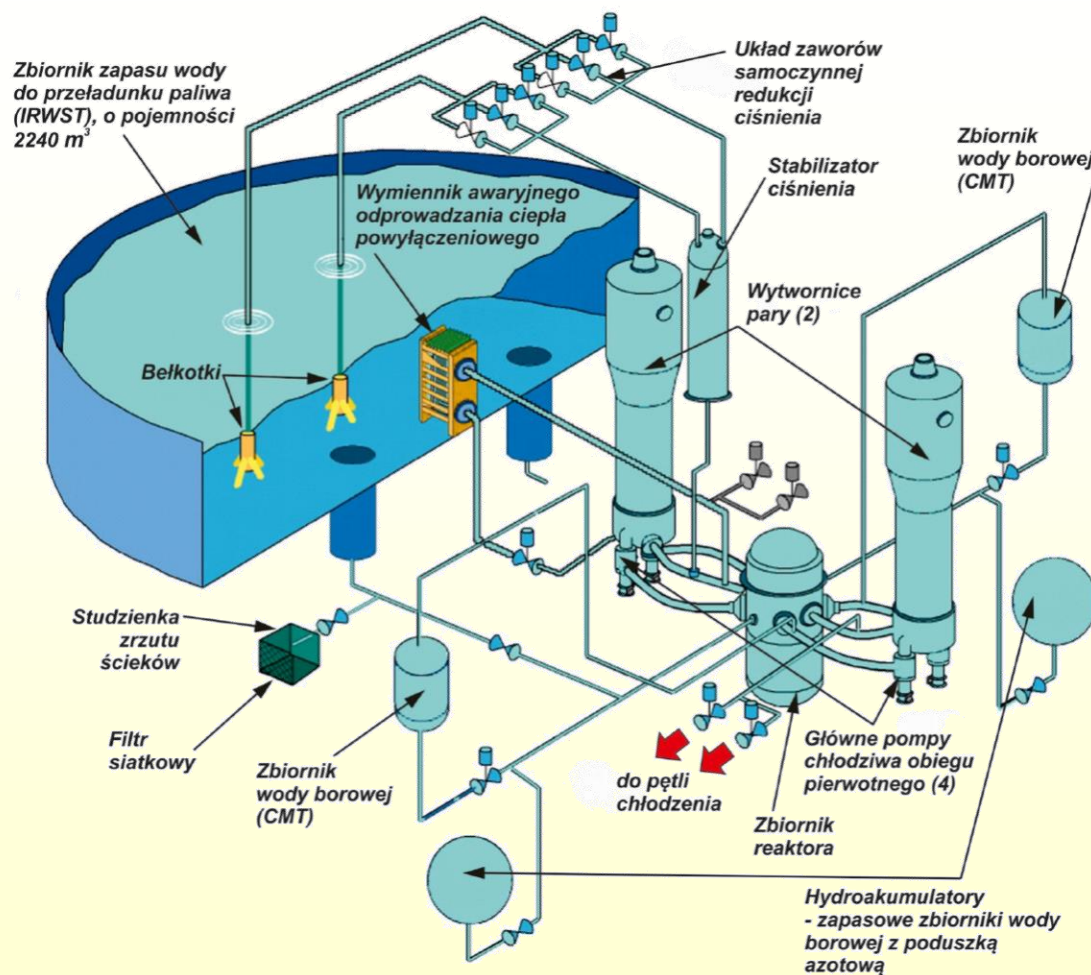
- 1. Materiałowa „elitarność”**
- 2. Nadmiarowość**
- 3. Rozmaitość**
- 4. Przestrzenne rozdzielenie**
- 5. Nadrzędność (bezpieczny kierunek)**
- 6. Pasywność**
- 7. Konstrukcyjna prostota**

Cechy bezpieczeństwa reaktorów generacji III+

- **Prosta, bardziej niezawodna konstrukcja (AP-1000 35% mniej pomp, 80% mniej rurociągów związanych z bezpieczeństwem, 50% mniej zaworów, w porównaniu z generacją II)**
- **Pasywne systemy w układzie bezpieczeństwa**
- **System chłodzenia zbiornika ciśnieniowego reaktora**

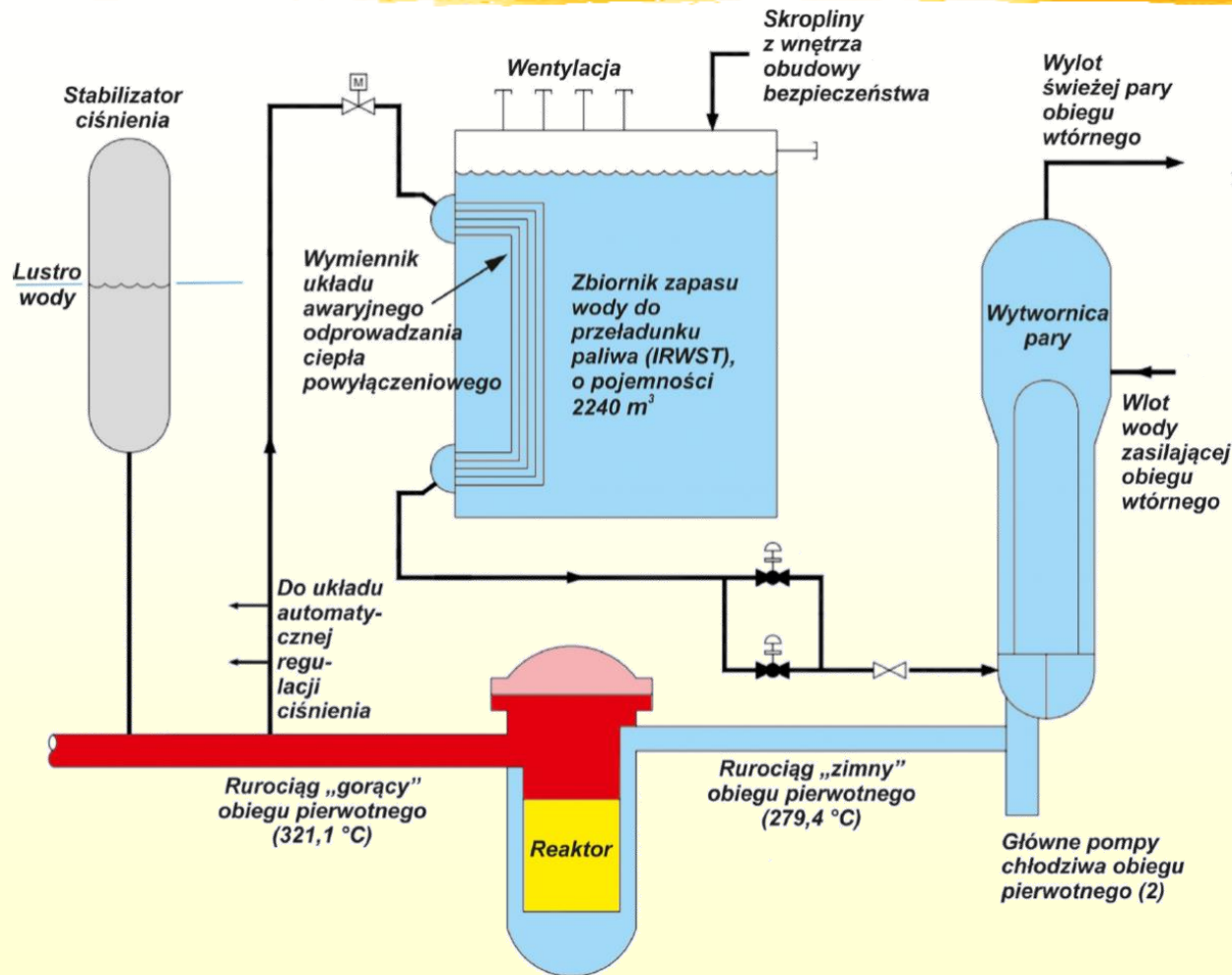
Cechy bezpieczeństwa reaktorów generacji III+

- Dwupowłokowa obudowa bezpieczeństwa odporna na upadek dużego samolotu pasażerskiego
- Przestrzeń międzypowłokowa obudowy bezpieczeństwa wyposażona w awaryjny system chłodzenia
- Obudowa bezpieczeństwa wyposażona w system katalitycznej rekombinacji wodoru



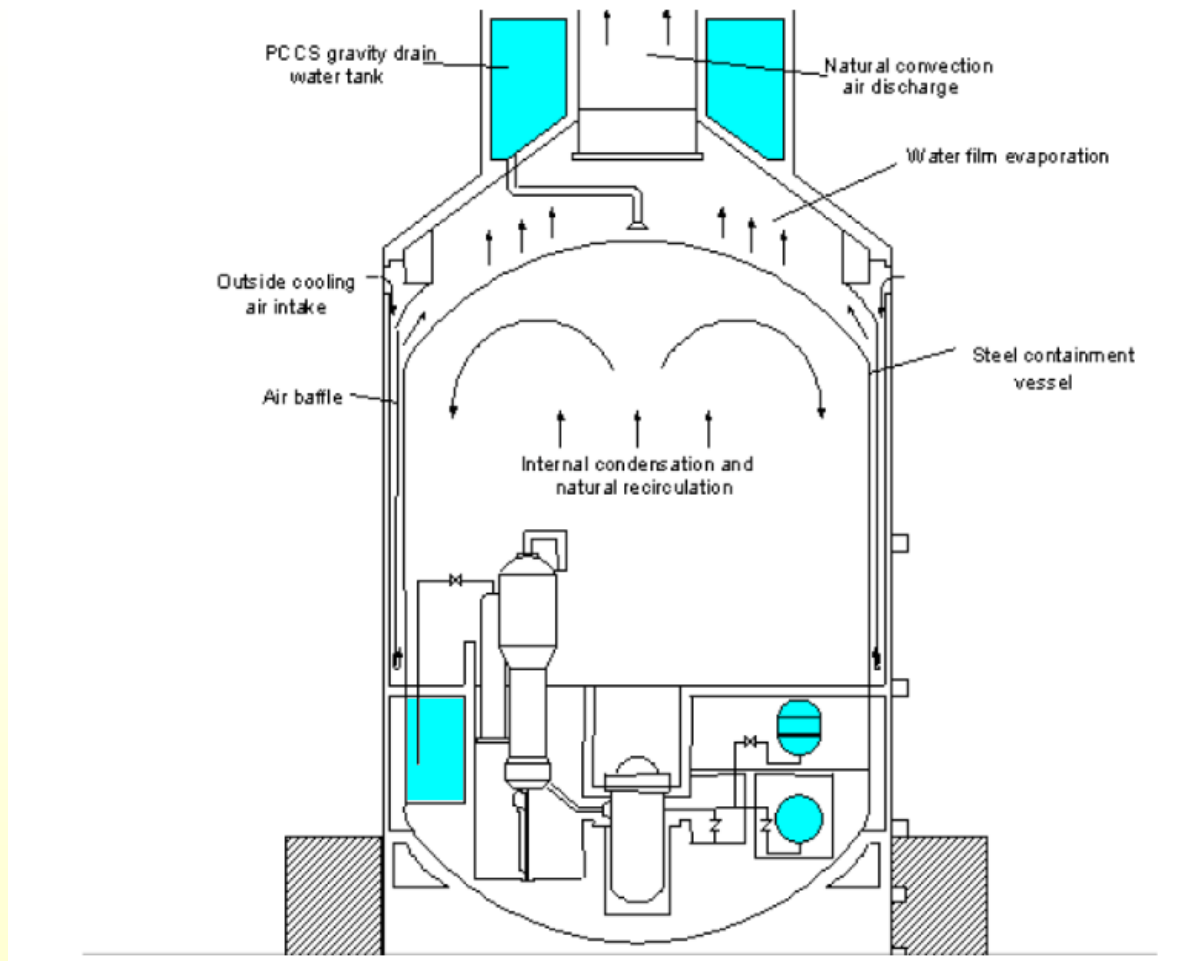
Pasywny system awaryjnego zalewania rdzenia EJ AP1000

(Źródło: U.S. NRC AP1000 Plant Overview, Chapter 1.0, 2022)



Pasywny system awaryjnego chłodzenia rdzenia EJ AP1000

(Źródło: [U.S. NRC AP1000 Plant Overview, Chapter 1.0, 2022](#))



Pasywny system awaryjnego chłodzenia obudowy bezpieczeństwa EJ AP1000

(Źródło: [U.S. NRC AP1000 Plant Overview, Chapter 1.0, 2022](#))

Podsumowanie

Układ bezpieczeństwa EJ generacji III+ stanowi zespół barier chronionych przez zwielokrotnione systemy bezpieczeństwa, których działanie polega na wykorzystaniu naturalnych zjawisk fizycznych takich jak przepływ płynu wywołany siłą grawitacji, przepływ ciepła spowodowany konwekcją naturalną

(prawo grawitacji, prawo Archimedesesa, zerowa zasada termodynamiki, ...)



Dziękuję za uwagę

janusz.wojtkowiak@put.poznan.pl