

# Conceptul CANDU 600-PHWR

Prima centrală nucleară electrică din România, în funcțiune la Cernavodă, este realizată după conceptul **CANDU 600-PHWR (CANadian Deuterium Uranium 600 - Pressurized Heavy Water Reactor)**.

Trăsăturile definitorii ale acestui concept sunt date de reactorul cu tuburi sub presiune având drept combustibil uraniu natural și moderator de apă grea ( $D_2O$ ), încărcarea cu combustibil făcându-se semicontinuu, în sarcină, fără oprirea reactorului nuclear.

Față de alte tipuri de CNE, conceptul CANDU prezintă o serie de avantaje, printre cele mai importante fiind folosirea uraniului natural (al cărui preț este scăzut deoarece nu comportă îmbogățire), încărcarea în sarcină și asigurarea unei securități nucleare sporite.

Prin securitate nucleară se înțelege ansamblul de măsuri tehnice și organizatorice destinate să asigure funcționarea instalațiilor nucleare în condiții de siguranță, să prevină și să limiteze deteriorarea echipamentelor și să ofere protecție personalului ocupat profesional, populației, mediului înconjurător și bunurilor materiale împotriva iradierii sau contaminării radioactive.

Conceptul CANDU are la bază strategia de "apărare în adâncime" care constă din conceperea unui sistem de bariere fizice în calea eliberării radioactive. Pentru fiecare dintre acestea există mai multe nivele de apărare împotriva evenimentelor care ar putea afecta integritatea fiecărei bariere fizice și anume:

1. pastila de dioxid de uraniu care reține cea mai mare parte a produșilor de fisiune solizi, chiar la temperaturi înalte (factorul de reținere este de 99%);
2. teaca elementului combustibil care reține produșii de fisiune volatili, gazele nobile și izotopii iodului ce difuzează din pastilele de combustibil;
3. sistemul primar de transport al căldurii care reține produșii de fisiune care ar putea scăpa ca urmare a defectării tecii;
4. anvelopa care reține produșii radioactivi în cazul avarierii tecii și sistemului primar;
5. "zona de excludere", zona cu rază de circa 1 km în jurul reactorului unde nu sunt permise activități umane permanente nelegate de exploatarea CNE și care asigură o diluție atmosferică a oricăror eliberări de radioactivitate, evitându-se astfel expuneri nepermise ale populației.

În componența unei CNE tip CANDU 600-PHWR intră un număr de circuite majore care, împreună cu circuitele auxiliare aferente, realizează transformarea energiei nucleare în energie electrică.

Circuitele majore ale CNE CANDU 600-PHWR sunt:

- circuitul primar de transport al căldurii;
- circuitul de abur viu și apă de alimentare;
- circuitul de apă de răcire la condensator;
- circuitul moderatorului;
- circuitul de combustibil.

Prin circuitul primar de transport al căldurii circulă apă grea sub presiune (agentul primar), care trece prin canalele de combustibil din reactorul nuclear preluând căldura degajată în urma fisiunii nucleare a uraniului. Căldura primită de agentul primar este apoi cedată în cei 4 generatori de abur apei de alimentare (agentul secundar) care se transformă în abur saturat. Circulația agentului secundar se face cu ajutorul celor 4 pompe primare.

Aburul saturat din generatorii de abur se destinde în turbină, care are un corp de înaltă presiune (CIP) și trei corpuri de joasă presiune (CJP), între CIP și CJP existând o treaptă de separare de umiditate și supraîncălzire a aburului. Aburul condensează în trei condensatori, iar apa de alimentare rezultată parcurge circuitul regenerativ (3 preîncălzitoare de joasă presiune, degazor și un preîncălzitor de înaltă presiune) și ajunge din nou la generatorii de abur, încheind astfel, circuitul secundar de abur viu și apă de alimentare.

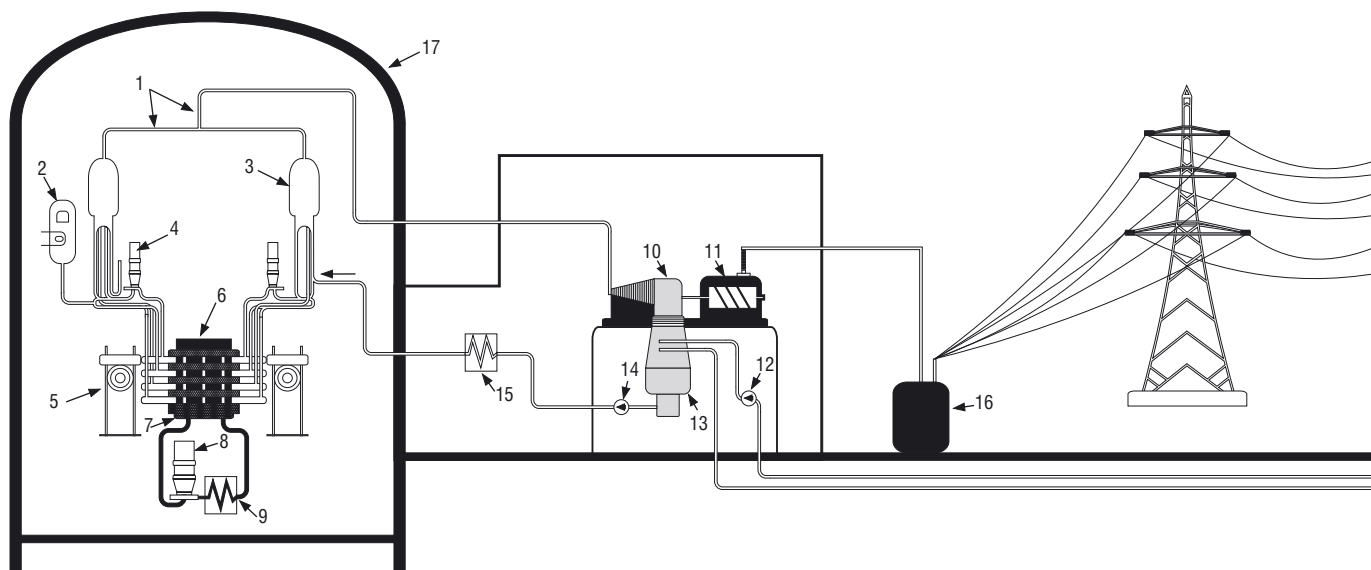
Condensarea aburului destins se face folosind apă de răcire din Canalul Dunăre-Marea Neagră, aceasta constituind agentul celui de-al treilea circuit major al centralei.

Prin circuitul moderatorului circulă apă grea cu presiune și temperatură scăzută, rolul acesteia fiind de a asigura agentul moderator, necesar întreținerii reacției de fisiune din reactorul nuclear, la parametrii corespunzători. Echipamentele majore ale acestui circuit sunt doi schimbători de căldură și două pompe de circulație.

Etapile parcurse de combustibilul nuclear în centrala nucleară poartă numele de circuit de combustibil și sunt:

- recepționarea și depozitarea combustibilului proaspăt;
- transportul combustibilului proaspăt în clădirea reactorului și încărcarea acestuia în reactorul nuclear cu ajutorul mașinii de încărcare-descărcare (MID);
- descărcarea combustibilului ars din reactorul nuclear cu ajutorul MID și transportul acestuia la bazinul de combustibil ars;
- depozitarea temporară a combustibilului ars.

Amplasarea acestor circuite și a celor auxiliare se prezintă schematic în figura de mai jos:



1. conducte de abur
2. presurizor
3. generator de abur
4. pompe circuit primar
5. MID (mașină încărcat-descărcat combustibil)

6. calandria
7. combustibil
8. pompe circuit moderator
9. schimbător de căldură
10. turbogenerator
11. generator electric

12. pompe răcire
13. condensator condensator
14. pompe apă de alimentare
15. preîncălzitor
16. transformator
17. anvelopa reactorului

Principalii parametri ai CNE CANDU 600-PHWR de la Cernavodă sunt:

- reactor orizontal cu 380 tuburi de presiune
- combustibil: pastile de  $UO_2$  grupate în fascicule de combustibil de câte 37 de elemente
- cantitate combustibil: 93 t  $UO_2$
- **circuitul primar**
  - temperatură intrare/ieșire reactor: 266°C/310°C
  - presiune intrare/ieșire reactor: 11,13 MPa/9,89 MPa
  - sarcină termică la GA: 2064 MWt
- **circuit secundar**
  - fluid: abur
  - presiune/temperatură la intrarea în CIP: 4,5 MPa/260°C
  - debit: 3758,152 t/h
  - debit apă circulație la condensator: 46 m<sup>3</sup>/s
  - vid la condensator: 4kPa