

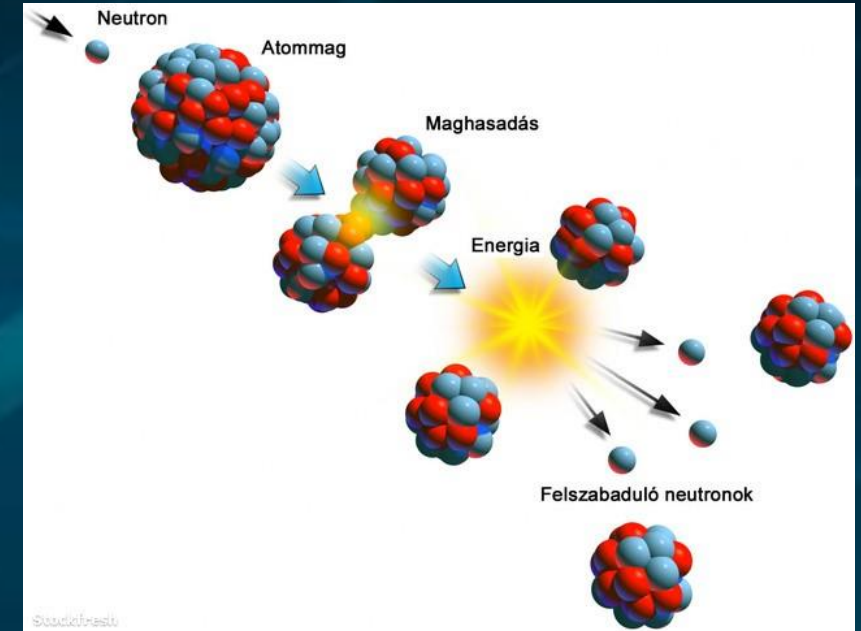
A paksi atomerőmű

Készítette:

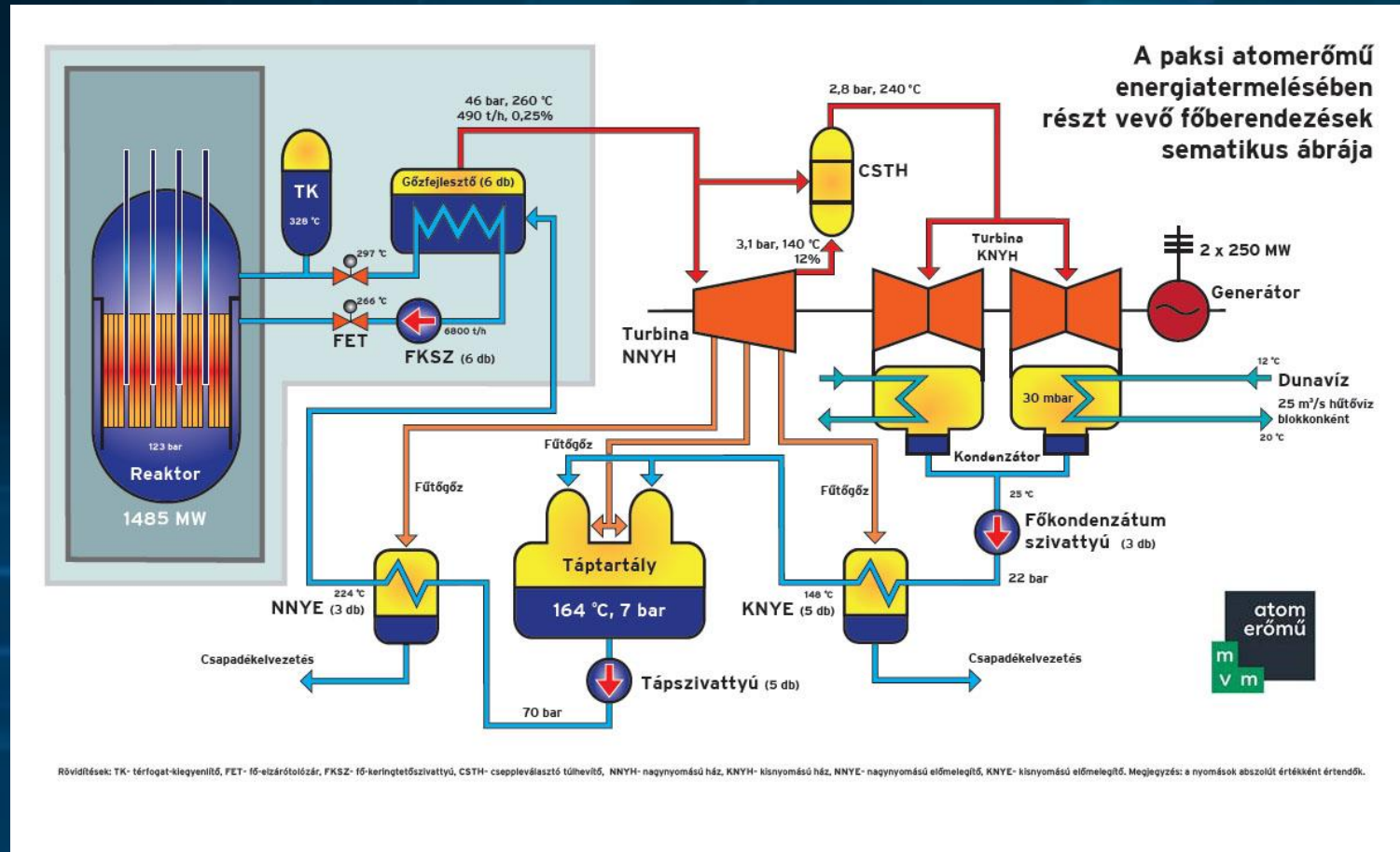
Szanyi Zoltán
RJQ7J0

Történelmi áttekintés

- 1896 Rádióaktivitás felfedezése
- 1932 Neutron felfedezése $\Rightarrow$ magátalakulás vizsgálata
- 1934 Fermi mesterséges transzurán izotópot hozott létre neutronnal történő besugárzással $\Rightarrow$ béta-bomlás
- 1936 Szilárd Leó: nukleáris láncreakció szabadalmazása
- 1938 Lise Meitner: maghasadás elméleti magyarázata
- 1951 az első reaktor az USA-beli EBR (Experimental Breeder Reactor)
- 1954 Obnyinszki Atomerőmű: a világ első atomerőműve
- 1954 szept. a világ első kereskedelmi atomerőműve az USA-ban
- 1959 az első reaktor Magyarországon az MTA Központi Fizikai Kutató Intézetében
- 1982-1987 között Pakson négy darab VVER-440/213 típusú reaktor kezdte meg működését



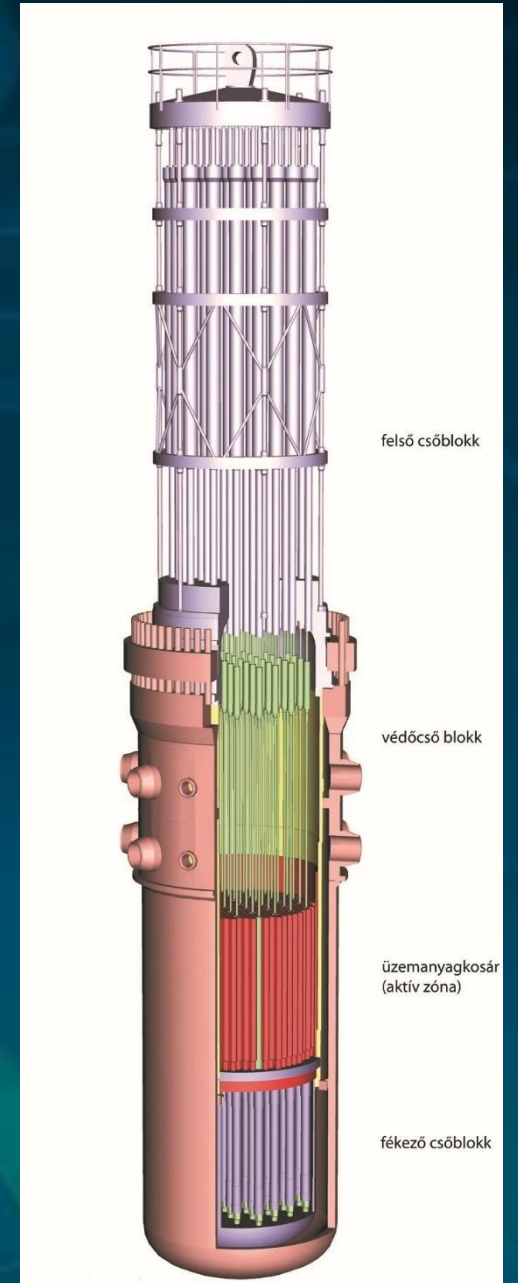
A paksi atomerőmű működése



A Paksi Atomerőműben négy nyomott vizes reaktorblokk működik, ezek két zárt vízkörből, a primer és a szekunder körből állnak. A nyomott vizes reaktortípus jellegzetessége, hogy a primer köri víz nagy nyomás alatt (123 bar) áll, ennek köszönhetően a vízkörben áramló közeg 300 C° körüli hőmérsékleten sem forr el.

Primer kör

- Részei:
 1. Atomreaktor
 2. Keringtető hurkok és szivattyúk
 3. Gőzfejlesztők hőátadó csövei
 4. Térfogatkompenzátor
- Feladatai: a nukleáris alapú gőztermelés, a meghatározó nyomás és hőmérsékleti viszonyok fenntartása, valamint annak megakadályozása, hogy a hőhordozó kijusson a környezetbe
- Atomreaktor:
 - Nagy mennyiségű hasadóanyag felhasználásával szabályzott láncreakció megy végbe benne
 - A maghasadás során felszabaduló energia legnagyobb részét az úgynevezett hasadványmagok viszik el mozgási energia formájában, ezek az üzemanyag többi atomjával ütközve elveszítik energiájukat, ami hő formájában jelentkezik és a hűtőközeg segítségével vezetünk el a reaktorból.
 - A Paksi Atomerőműben 4 darab VVER-440/213 típusú reaktor működik, ezek a nyomott vizes reaktorok (PWR) csoportjába tartoznak.
 - Névleges villamos teljesítményük 440 MW volt, ez azonban mára – a fejlesztéseknek köszönhetően – 500 MW-ra nőtt. Ma az atomerőmű elektromos összteljesítménye 2000 MW, a reaktorok hőteljesítménye pedig 1485 MW.



Primer kör

- Aktív zóna: a reaktor azon térfogata, amelyben a láncrakció végbemegy

Az aktív zóna tartalmaz:

1. 312 darab üzemanyagkazettát
 2. 37 darab szabályozó és biztonságvédelmi célokat szolgáló kazettát (abszorbersrúd)
 3. a moderátor szerepét is betöltő hűtővizet
- Moderátor: a láncreakcióhoz le kell lassítani a gyors hasadási neutronokat, erre szolgál a moderátor, amely a nyomott vizes reaktor esetében közönséges víz
 - Szabályzó rudak: a neutronok számának (és ezzel a teljesítmény) szabályozására szolgálnak, üzemzavar esetén 12-13 másodperc alatt automatikusan beesnek az aktív zónába



Szekunder kör

- Részei:
 1. Gőzfejlesztők tápvonali része
 2. Főgőzrendszer
 3. Turbina kis és nagynyomású elemei
 4. Kondenzátor
 5. Tápvizrendszer
- Feladatai: az áramló gőz energiájának átalakítása forgómozgássá, ami biztosítja a turbinák és a generátor meghajtását
- Az atomreaktor által megtermelt 1485 MW hőmennyiséget a zárt rendszerben keringő tisztított víz szállítja el a gőzfejlesztőkbe, ahol a primerköri víz hőátadó csöveken keresztül gőzt fejleszt egy újabb zárt vízkörben 46 bar nyomáson és 260 C°-on
- A termelt gőzmennyiség óránként 2940 tonna, amely két egymástól független, nagyméretű berendezést, a turbinákat tartja mozgásban percenként 3000 fordulattal
- A forgó mozgás mechanikai kapcsolódásokon keresztül a generátorokban 15750 V feszültségű áramot termel a mágneses indukció elvén
- A villamos energia kapcsolóberendezéseken és transzformátorokon keresztül kerül az országos hálózatba 120 és 400 kV feszültség szinten
- A fő berendezésekhez technológiai segédrendszerek is tartoznak, amelyek biztonsági feladatokat látnak el, javítják az erőmű hatásfokát és folyamatosan tisztítják a vízköröket



Szekunder kör

- Az atomerőműben összesen 8 turbina működik, egy reaktorban megtermelt energia a gőzfejlesztőkön keresztül két turbinát hajt meg.
- A munkáját elvégző gőz a Duna hűtőhatását felhasználva ismét vízzé alakul. Ez a vízkör nyitott, a Dunából másodpercenként kiemelt 100 m^3 víz átlagosan 8 C° -kal felmelegedve tér vissza a folyóba.



- A már munkát végzett gőz a kondenzátorba kerül, ahol csaknem 11 ezer csőben a Dunából kivett hűtővíz áramlik. A hűtőcsöveken a gőz kb. 25 C° -os hőmérsékleten lekondenzálódik. Minden kisnyomású turbinaegységhez két kondenzátormodul tartozik, amelyekben $0,035$ bar nyomást (vákuumot) tartanak fenn.
- A lecsapódott vizet különböző tisztító és előmelegítő berendezéseken keresztül a tápszivattyúk visszajuttatják a gőzfejlesztőbe. Az előmelegítésre az erőmű jobb hatásfoka miatt van szükség – ezt a turbináról vett gőzzel végzik, ekkor a kondenzátorból kilépő 25 C° hőmérsékletű víz 9 hőcserélőben végezetül $224\text{-}225 \text{ C}^\circ$ -ra melegszik fel. A tápvíz ezen a hőmérsékleten lép be a gőzfejlesztőbe, ahol újra átveheti a primer körí víz hőjét.

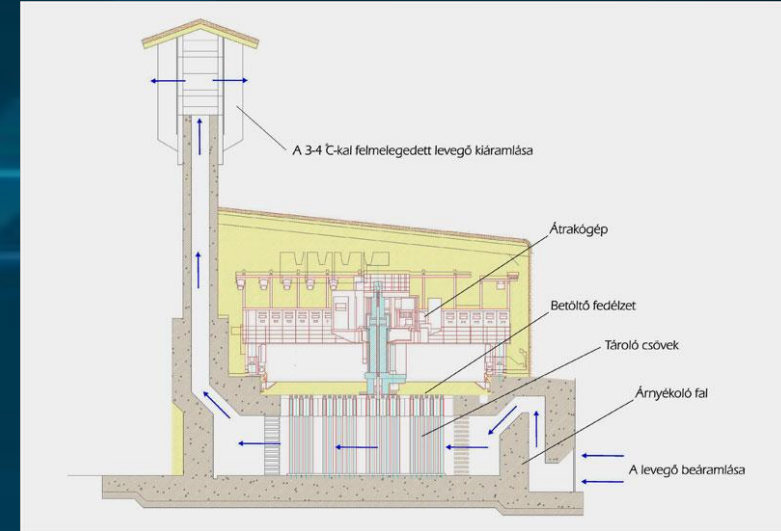
Biztonság



- A biztonság magában foglalja az üzemeltetés és a karbantartás minőségét, a dolgozók képzettségét és elhivatottságát, a berendezések műszaki állapotát és a rendszerek földrengésállóságát is
- Minden reaktorblokkhoz 3 dízelgenerátort építettek, ezek súlyos üzemzavarok esetén automatikusan indulnak, és biztosítják a fontos fogyasztók áramellátását
- Az üzemeltetés és a karbantartás biztonsága, a személyzet tevékenysége, a biztonsági rendszerek működése és rendelkezésre állása folyamatos ellenőrzés tárgya. A javításra szoruló területeket a kapott adataink nemzetközi ajánlásokkal és adatokkal való összehasonlítása alapján határozzák meg
- A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség az ENSZ szakmai szervezeteként végzi tevékenységét. Rendelkezésre bocsátja ajánlásait, támogató programokat szervez, felügyeli a nukleáris üzemanyag kereskedelmét és felhasználását, jogi tevékenységet végez, illetve pénzügyi támogatást nyújt bizonyos programokhoz.
- Az Atomerőműveket Üzemeltetők Világszövetsége (WANO) partneri vizsgálati programjainak célja, hogy a tagerőműveknek lehetőségük legyen saját tevékenységüket összehasonlítani a legjobb nemzetközi tapasztalatokkal – mindezt egy külső, nemzetközi atomerőműves partnerszakemberekből álló szakértői csoport által lefolytatott alapos és objektív vizsgálat, illetve egy nyílt információcsere során.
- A Paksi Atomerőmű révén a környező lakosságot évente legfeljebb 2 órára jutó természetes sugárdózisnak megfelelő többlet sugárterhelés éri. A többlet annyira alacsony (viszonyítva az év 8760 órája alatt fennálló természetes sugárterheléshez), hogy emiatt semmiféle egészségkárosodás nem léphet fel.

A radioaktív hulladékok tárolása

- Pihentető medence: a kiégett fűtőelemek hűtésére és a sugárzás elszigetelésére használják 5 éven át
- Átmeneti tároló: az atomerőmű üzemi területe mellett helyezkedik el, moduláris kamrás típusú létesítmény, mely a kazetták száraz tárolását biztosítja, a hűtési rendszer a levegő természetes huzathatásán alapszik
- Bátaapáti hulladéktároló: kis és közepes aktivitású hulladékok végleges tárolása a föld alatti gránitrétegben
- Fűtőelemek végleges tárolása: az eddigi mérések alapján a Boda község közelében lévő agyagkő alkalmas erre a célra, de még nincs végleges döntés



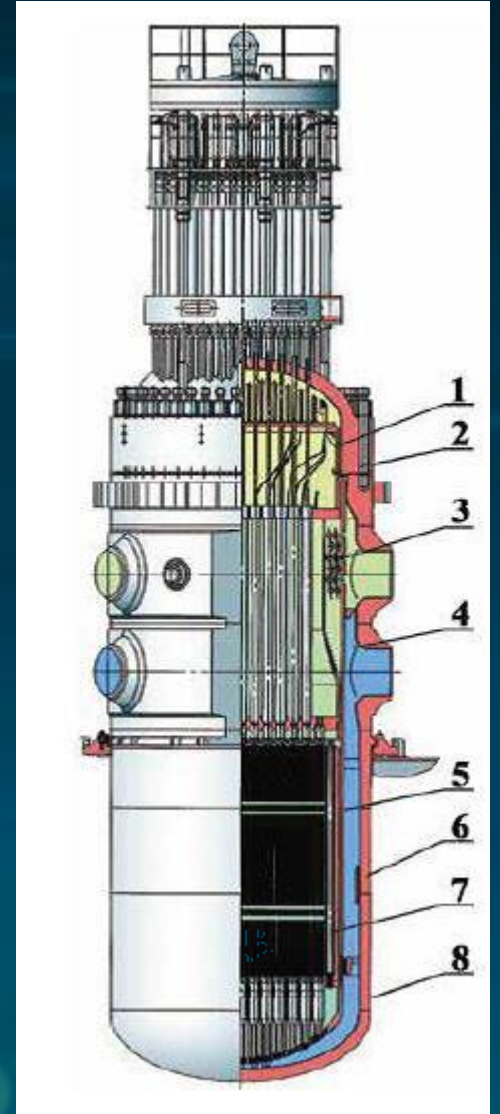
Jövő

Üzemidő-hosszabítás:

Az I. és II. blokkok 30 éves üzemidejét további 20 évvel meghosszabbították, és a másik két blokk esetében is készülnek már a további működtetéshez szükséges engedélyek megszerzésére

Bővítés (Paks2):

További két VVER-1200 típusú reaktorblokk kerül kiépítésre. A kivitelezés első lépései az 5. blokk esetében 2018-ban, a 6. blokk esetében 2019-ben kezdődnek, a kereskedelmi villamosenergia-termelés az 5. blokk esetében 2025-ben, a 6. blokk esetében 2026-ban kezdődhet meg, a tervezett üzemidő 60 év.



Irodalomjegyzék

- <http://www.atomeromu.hu/hu/rolunk/technika/Atomtortenelem/Lapok/default.aspx>
- <http://www.atomeromu.hu/hu/rolunk/technika/HogyMukodik/Lapok/default.aspx>
- http://www.atomeromu.hu/hu/Documents/Ideiglenes_tarolastol_a_vegleges_elhelyezesig.pdf
- http://www.mvmpaks2.hu/hu/PaksII/AJovo/az_uj_blokkok/Lapok/default.aspx

Köszönöm a figyelmet!

