

Reaktorok Magyarországon

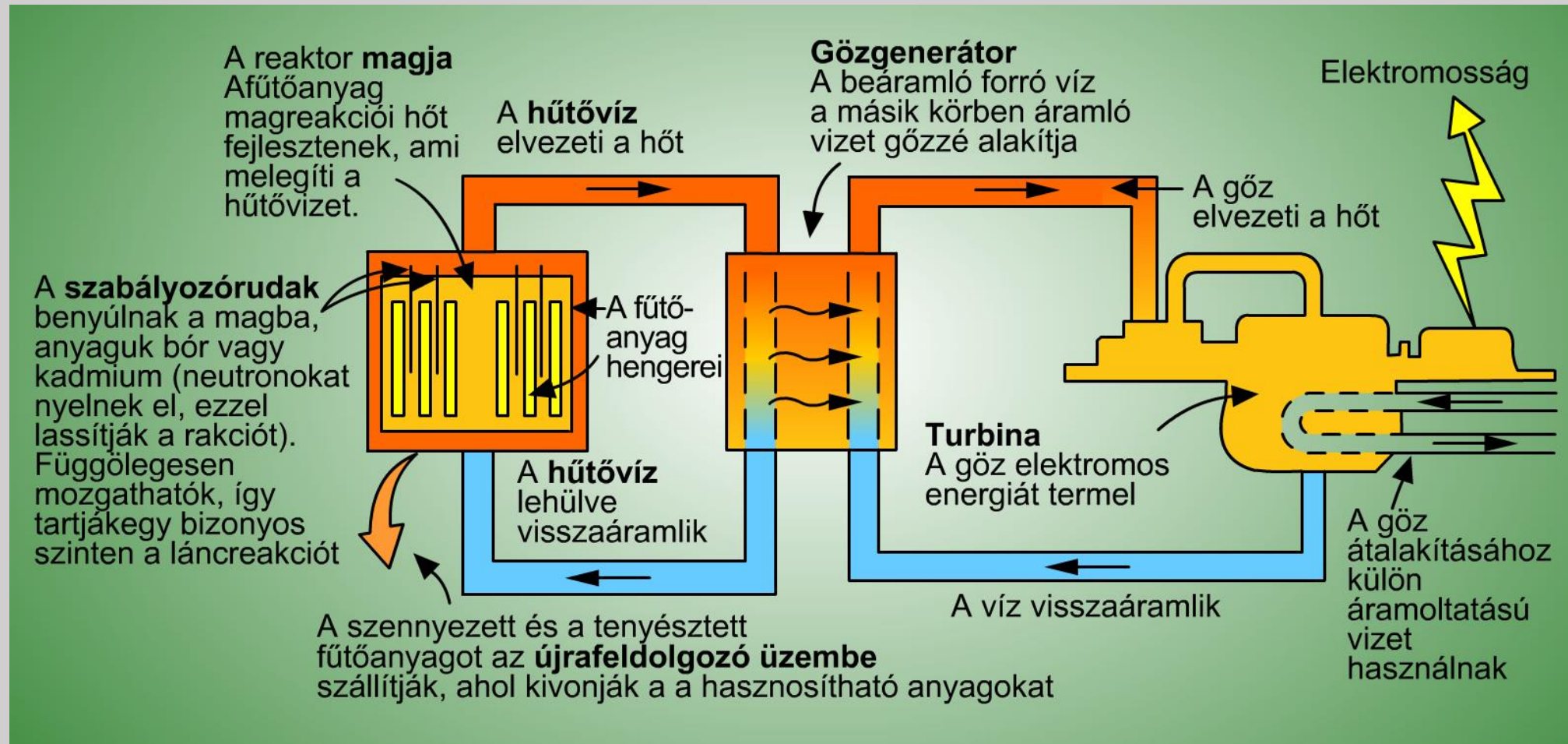
Kevesen tudják, hogy a paksi reaktor mellett működik még két igen kis teljesítményű reaktor is hazánkban. **Egyik sem szolgál energiatermelésre.**

Az egyik leggyakoribb reaktor típus nyomottvizes reaktor

A **nyomottvizes reaktor** (angolul *Pressurized Water Reactor*, PWR) a nukleáris reaktorok egyik típusa, melyben **a fűtőelemeket nagynyomású víz veszi körül**. Ilyen típusú reaktorok találhatók Magyarországon a **Paksi Atomerőműben** is.

A nyomott vizes reaktortípust eredetileg Hyman Rickover admirális ösztönzésére a haditengerészet részére, anyahajók meghajtására fejlesztették ki. **Ma ez a legelfogadottabb, legbiztonságosabbnak tekintett atomreaktor -koncepció.**

A nyomottvizes atomreaktor elvi működése

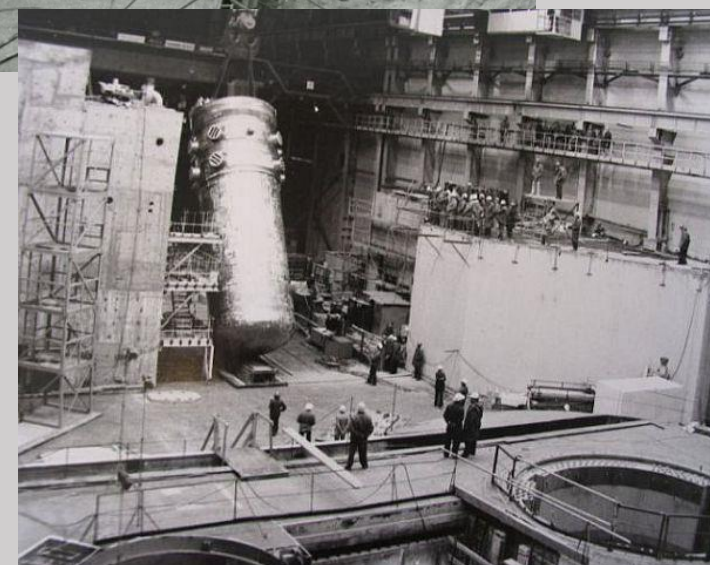
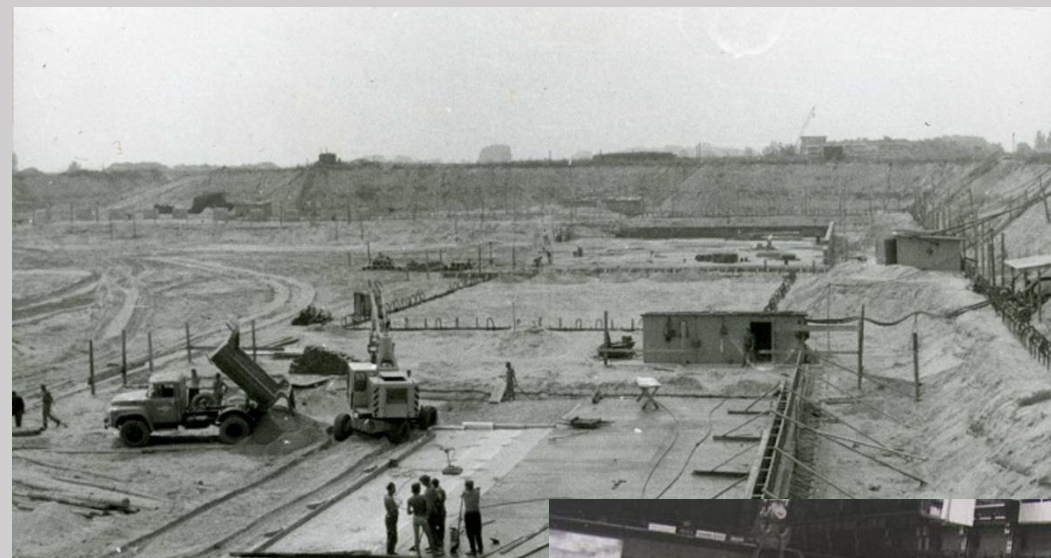


A nyomottvizes reaktor primer körében keringő moderátor és a szekunder körében keringő hűtővíz is könnyűvíz (H₂O). **Az üzemelés során nem keveredik a két kör vize.** A primer körben **a víz nagy nyomású** (130-150 bar), melyet a nyomástartó edény tartja állandó szinten. Nyomáscsökkenés esetén a nyomástartóban melegítik a vizet, nyomásnövekedés esetén a lehűt hűtővízből fecskendeznek be ide vizet, ezáltal az itt található gőz nyomása lecsökken. A gőzfejlesztőben a primer kör átadja a hőjét a szekunder körbe. Mivel a szekunder kör nyomása csupán 40-60 bar, a víz gőzzé alakul, a kilépő gőz ezután kerül a nagynyomású majd a kisnyomású turbinára. Innen kilépve továbbhalad a cseppfolyósítást végző kondenzátorba. A ciklus végül újra kezdődik, hiszen az így keletkezett víz halad az előmelegítőbe, majd a gőzfejlesztőbe. A fűtőanyag rudak formájában helyezkedik el, általában 3-4%-ban dúsított urán-dioxid. **A legelterjedtebb reaktortípus a világon.**

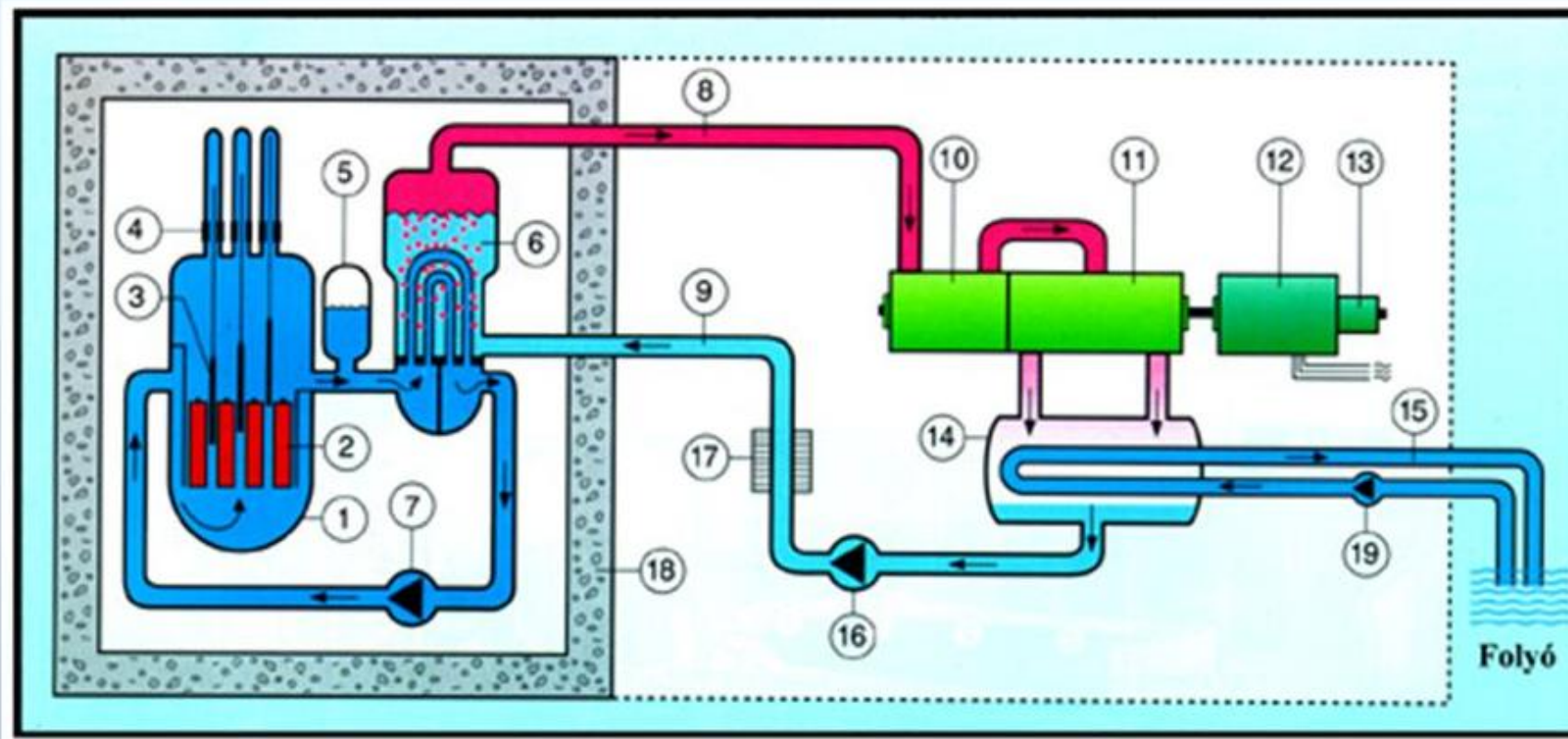
Paksi reaktorok

Magyarországon 1982 és 1987 között Pakson négy darab VVER-440/213 típusú reaktor kezdte meg működését.

A paksi atomerőmű az ország villamosenergia-termelésének körülbelül **50 százalékát** adja, és az országban a legolcsóbban állítja elő a villamos energiát.



Paksi nyomottvizes reaktor felépítése

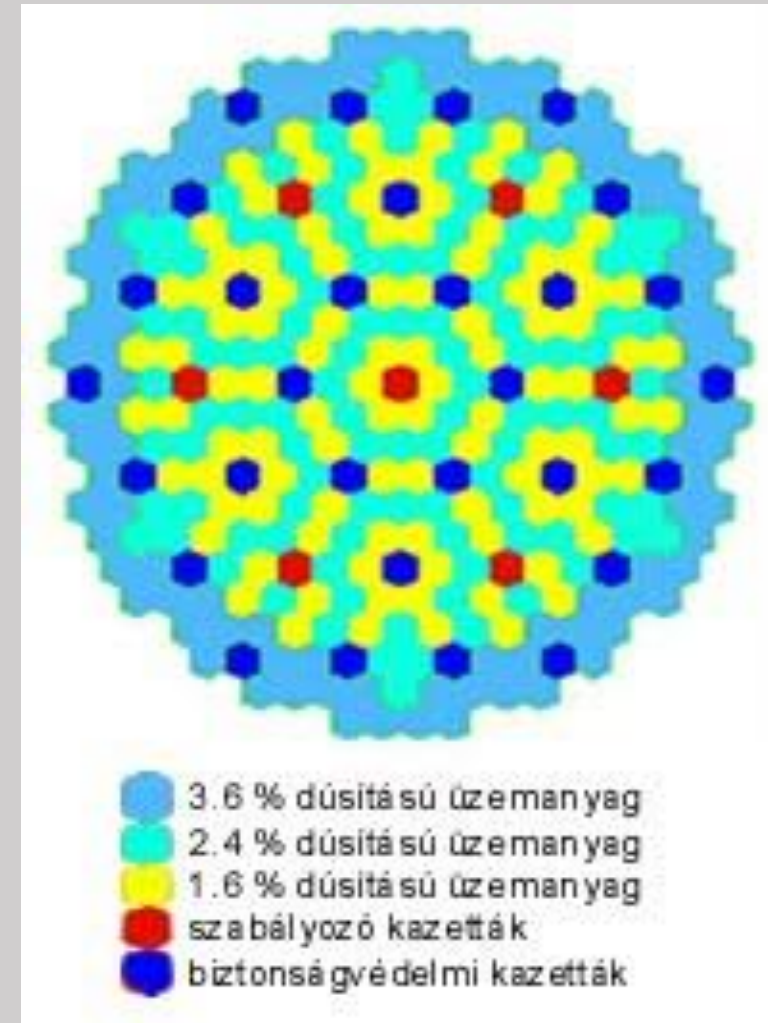


- | | | | |
|-------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------------|
| 1. Reaktortartály | 6. Gőzfejlesztő | 11. Kisnyomású turbina | 16. Szekunder körű szivattyú |
| 2. Fűtőelemek | 7. Primer körű szivattyú | 12. Generátor | 17. Tápvíz előmelegítő |
| 3. Szabályozórúd | 8. Gőz | 13. Gerjesztő | 18. Betonvédelem |
| 4. Szabályozórúd hajtás | 9. Tápvíz | 14. Kondenzátor | 19. Hűtővíz szivattyú |
| 5. Térfogatkompenzátor | 10. Nagynyomású turbina | 15. Hűtővíz | |

A paksi blokkok két zárt vízkörből, a **primer** és a **szekunder körből** állnak.

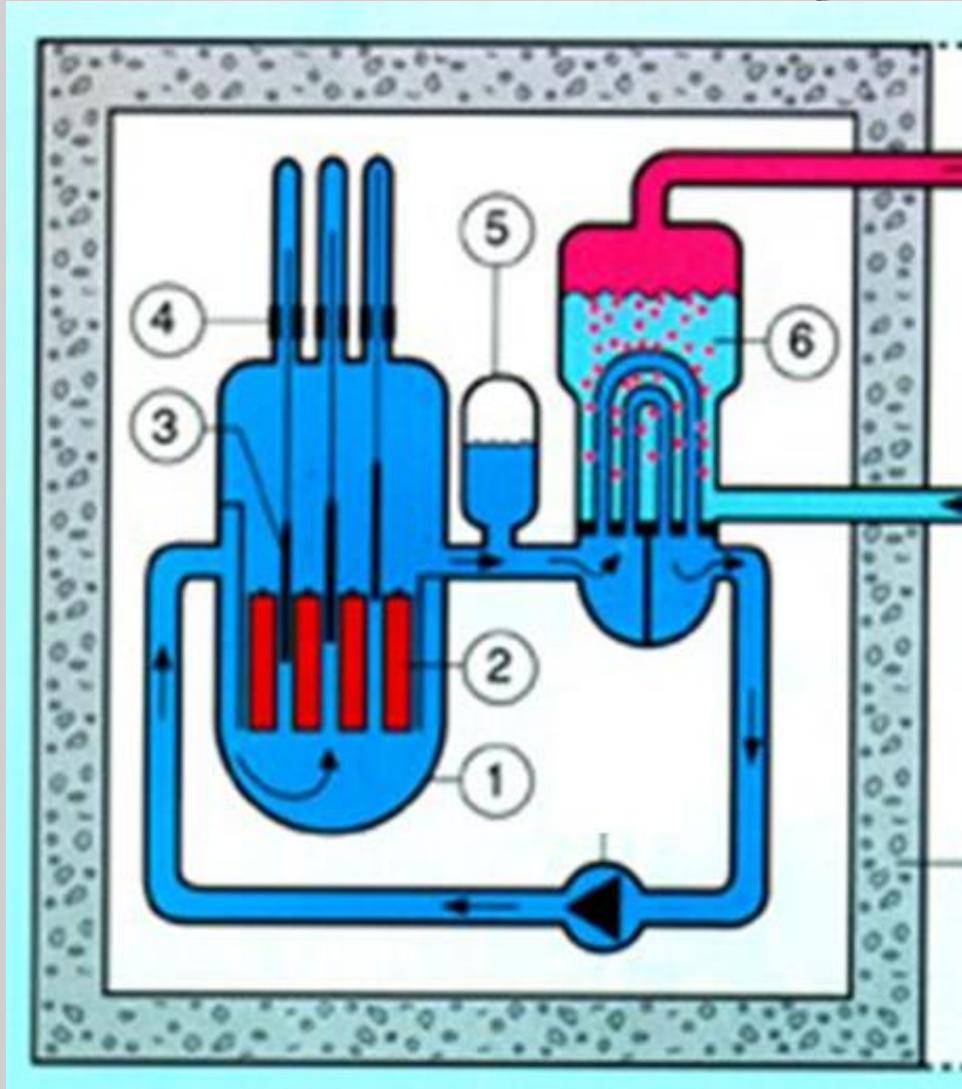
Fűtőelemek

A paksi reaktor **üzemanyaga** dúsított uránt tartalmazó **UO₂** (urándioxid)



A VVER-440-nél a fűtőelemkötegek (kazetták) hatszöges keresztmetszetűek, és egyenként 126 pálcát tartalmaznak. A kazettákban lévő **UO₂ üzemanyag** dúsítása (hasadóképes izotóp arányának növelése) 1,6; 2,4 vagy 3,6, vagy 4,2 % lehet, de egy kazettában rendszerint csak azonos dúsítású fűtőelemek vannak.

Paksi reaktor primer köre

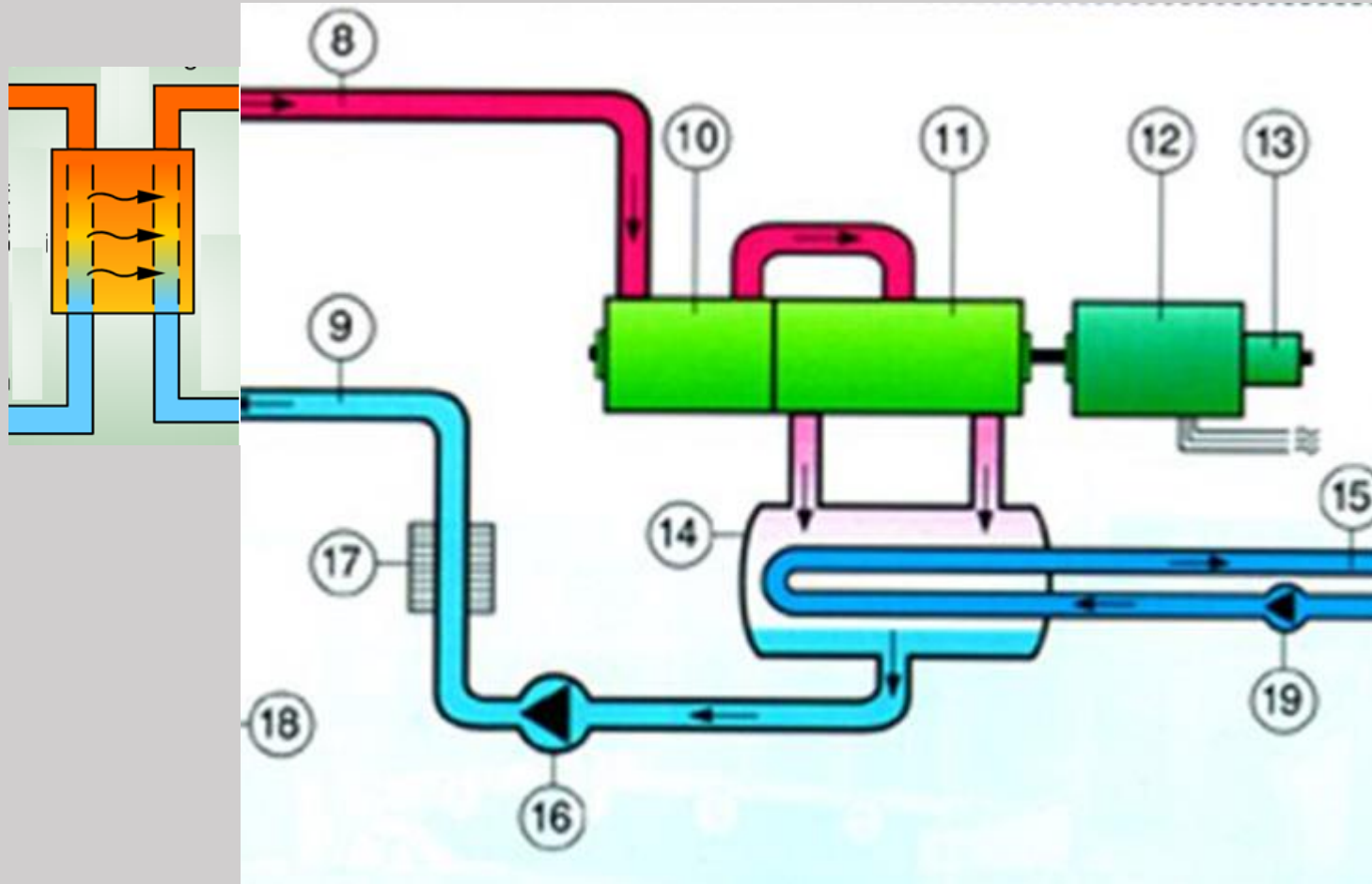


A primer köri víz **nagy nyomás alatt** (123 bar) áll, így **közeg 300 Celsius-fok körüli hőmérsékleten** sem forr el.

A primerköri **víznek kettős szerepe van**, egyrészt ez szolgál **moderátorként (neutron lassító közegként)**, másrészt a nagynyomású vizet hőcserélőbe vezetik, ahol **a termelt hőt átadja**

A primer körbe csak komoly biztonsági feltételekkel lehet bejutni.
A látogatók a szekunder kört tekinthetik meg.

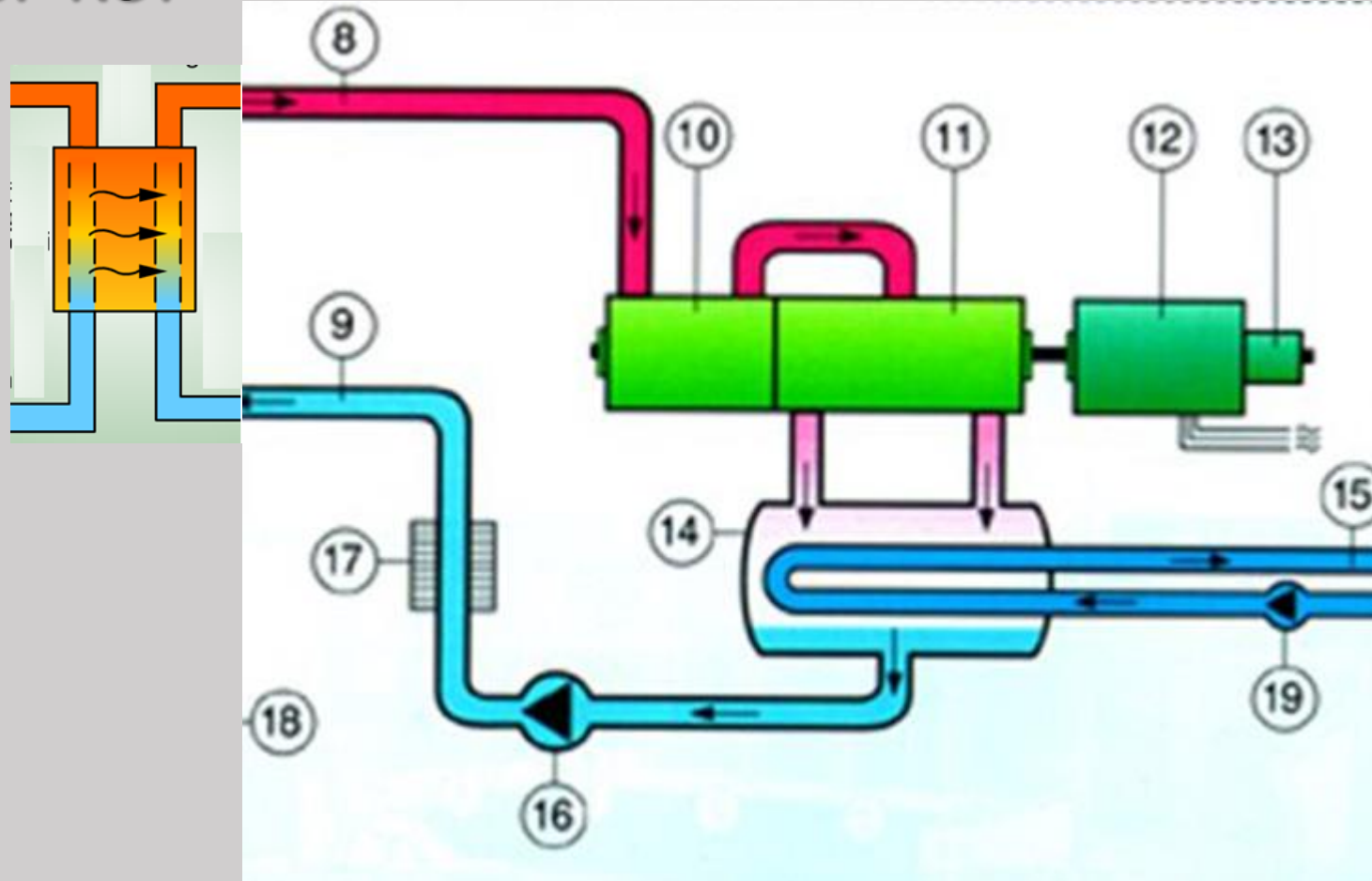
Kapcsolat a két vízkör között



A magas hőmérsékletű primer víz a termelt hőt átadja a kisnyomású rendszernek (szekunderkörü víznek).

Így a szekunderköri víz nem érintkezik közvetlenül a primer kör elemeivel.

Szekunder kör



Pakson az atomreaktor által megtermelt 1485 megawatt hőmennyiséget a zárt rendszerben keringő tisztított víz szállítja el a gőzfejlesztőbe, ahol a primerkörüi víz **hőátadó csöveken keresztül** gőzt fejleszt egy újabb zárt vízkörben **46 bar nyomáson és 260 Celsius-fokon**.

A termelt gőzmennyiség óránként 2940 tonna, amely két egymástól független, nagyméretű berendezést, a **turbinákat tartja** mozgásban percenként 3000 fordulattal.

Turbinák



A forgó mozgás mechanikai kapcsolódásokon keresztül a generátorokban **15750 volt feszültségű áramot termel** a mágneses indukció elvén.

A villamos energia kapcsolóberendezéseken és transzformátorokon kerül az országos hálózatba **120 és 400 kilovolt feszültség szinten**.

Duna szerepe



A munkáját elvégző gőz a Duna hűtőhatását felhasználva ismét vízzé alakul.

Ez a vízkör nyitott, a Dunából másodpercenként kiemelt 100 köbméter víz átlagosan **8 Celsius-fokkal felmelegedve** tér vissza a folyóba.

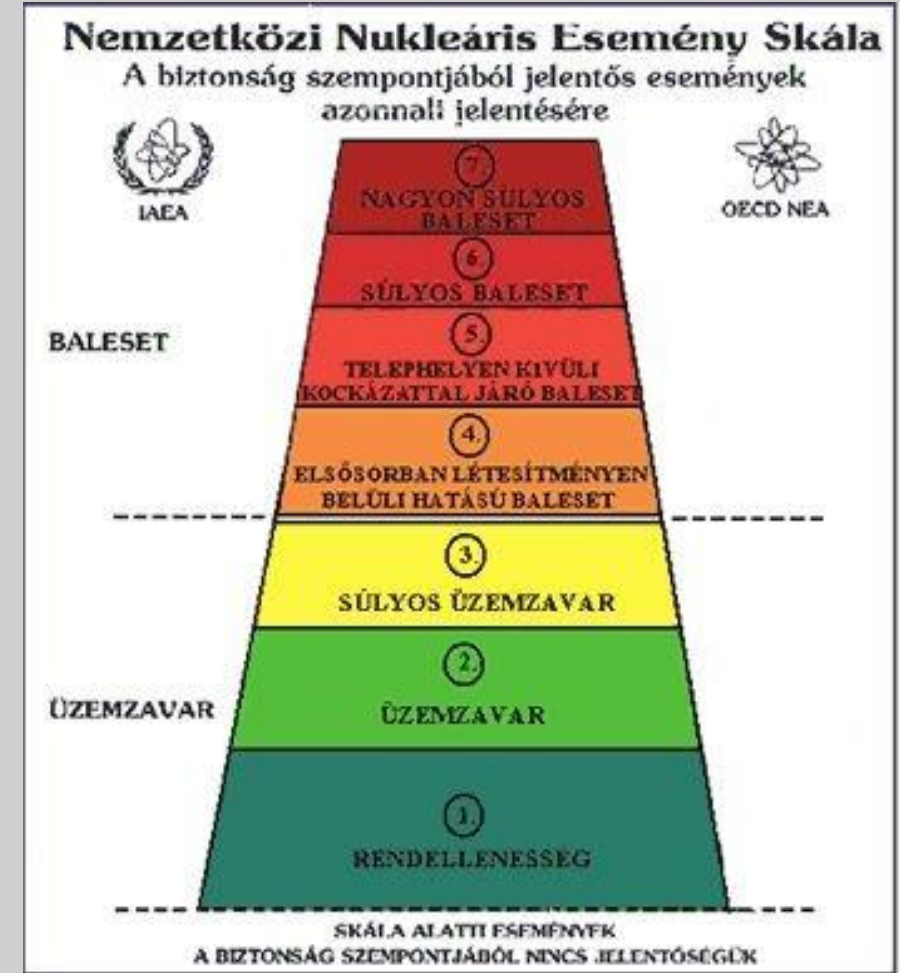
Az erőműveket lehetőleg folyók mellé építik. Ahol nincs mód erre ott hűtőtornyokat alkalmaznak.

Biztonság

A paksi típusú erőműveknél üzemzavar esetén azonnal **leengedik a szabályozó rudakat**, amelyek megakadályozzák a neutronok mozgását ezáltal a további hasadásokat.

Ha valamilyen oknál fogva **túlhevül** a reaktor, akkor elforr a primerköri víz, amely így **nem tudja tovább lassítani a neutronokat**. A gyors neutronok nem alkalmasak a láncreakció fenntartására.

1997-ben megkezdték a rekonstrukciót. És végrehajtották a **földrengésállóság növelését**



A skála bármely szintjéhez tartozó eseményt jelenteni kell az Országos Atomenergia Hivatal Nukleáris Biztonsági Igazgatóságának és a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ) bécsi központjának, valamint más, a helyi és nemzetközi egyezmények által megjelölt szervezeteknek, az egyes fokozatok szerint előírt időtartamon belül.

Budapesti Kutatóreaktor (Csillebérc)



Magyarországon **az első reaktor 1959-ben épült** a Magyar Tudományos Akadémia Központi Fizikai Kutató Intézetében.



Az itt folyó kutatások tárgya **az izotópgyártás, illetve a szilárdtestfizika, a kémiai- és magfizika.**

A reaktort kétszer átépítették, névleges teljesítménye jelenleg (a kezdeti 2 megawattról) 10 megawatt, de ezt sem használják villamosenergia-termelésre.

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Oktatóreaktora



A BME legnagyobb értéket képviselő oktatási-kutatói célú nagyberendezése az 1971 óta működő, 100 kW maximális teljesítményű, medence típusú oktató- és kutatóreaktor.

Hűtőközege és moderátora könnyűvíz, reflektora víz és grafit.

A berendezés üzemeltetését a következő 20 évben is folytatni szeretnék. Ennek – jelen tudásunk szerint – műszaki akadályja nincsen. A berendezéshez radiokémiai, neutron- és reaktorfizikai, valamint sugárvédelmi laboratóriumok sora tartozik.