

# PAKSI ATOMERŐMŰ ÜZEMLÁTOGATÁS

2018.11.05.

Az Energetikai Szakkollégium VET 125 emlékfélévének harmadik üzemlátogatása során a Paksi Atomerőműbe juthattunk el. A látogatás során elsőként a Tájékoztató és Látogató Központot tekintettük meg, majd bejártuk az üzemi területet és vele együtt a 4-es blokk látogatófolyosóját, végül az Atomenergetikai Múzeumot és a Karbantartó Gyakorló Központot látogattuk meg.

## AZ ATOMERŐMŰRŐL RÖVIDEN

A Paksi Atomerőmű Magyarország egyetlen atomerőműve, mely a tavalyi évben az ország villamosenergia igényének több mint felét biztosította. Alapkövét 1975-ben helyezték le, majd az építkezés során a 1970-80-as években több mint 10 ezren dolgoztak az erőmű megépítésén. A beruházás során Paks lakossága ugrásszerűen megnőtt, a hetvenes években még 13 ezer lakosú helység 21 ezer fős várossá nőtte ki magát.

A telephely megválasztásakor figyelembe vették a lehetséges helyek környezetvédelmi szempontjait, elhelyezkedésüket az országon belül, a közlekedési viszonyokat, valamint a hűtővíz biztosításának lehetőségeit, végül Paks közelében a Duna partján kezdődött meg az építkezés.

A munkálatok a 1970-es évek közepén indultak el, majd 1982-ben kezdődött meg a hálózatra történő villamosenergia termelés. Az évek alatt elvégzett fejlesztéseknek köszönhetően a kezdeti, blokkonként 440 MW-os teljesítményt 500 MW-osra tudták javítani. A blokkokat 30 éves üzemidőre tervezték, majd az Országos Atomenergia Hivatal

engedélyével további 20 évvel hosszabbították meg mind a négy reaktorblokk élettartamát.



1. ábra: A Paksi Atomerőmű

### TÁJÉKOZTATÓ ÉS LÁTOGATÓKÖZPONT

Az atomerőmű Tájékoztató és Látogatóközpontja 1995 óta fogadja az atomerőmű, valamint atomenergetika iránt érdeklődőket. Interaktív kiállítás mesél az atomerőműről, annak működéséről és a hozzá kapcsolódó témakörökről. Megismerkedhetünk például a hulladékok kezelésének módjával, láthatunk szimulációkat a háttérsugárzással kapcsolatban, valamint a sugárvédelemből is kapunk ízelítőt.

A központ ajtaja előtt egy, az atomerőmű hűtését bemutató modellt láthatunk, mely egyben akváriumként is üzemel. A látogatás során később megtudhattuk, hogy a reaktort a szivattyúk másodpercenként több, mint 100 köbméter hűtővízzel látják el. Az atomerőműből érkező felmelegedett hűtővíznek nagy hűlési felületet biztosítanak, majd lelassítják, mielőtt visszavezetnék a Dunába.

Az ajtón belépve elsőként a magyar villamosenergia-rendszerrel, valamint különböző atomerőművekkel ismerkedhetünk meg. A Paksi Atomerőmű rendelkezik Magyarországon a legnagyobb, 2000 MW-os beépített teljesítménnyel, így a megtermelt villamos energia az ország energiaigényének megközelítőleg 50%-át biztosítja. Az atomerőmű négy

nyomottvizes (PWR) reaktorból áll, mely a legelterjedtebb típus a világon - a világszerte működő 451 reaktor 65%-a ugyanis PWR, s még jó pár áll építés alatt.

Az állomások között az atomenergiához kapcsolódó híres tudósok, mérnökök portréi láthatók, köztük több magyar, így például Teller Ede, Wigner Jenő és Szilárd Leó is megjelenik. A képek mellett elhaladva egy újabb állomásra érünk, ahol a Paksi Atomerőmű létrejöttéhez, annak is inkább kezdeti szakaszaihoz kapcsolódóan láthatunk különböző tárgyi emlékeket, képeket.

Ezután kezdődik az atomenergia fizikai részét érintő kiállítás. Ábrák szemléltetik a láncreakció folyamatát, a különböző részecskék mozgását, majd részletesen ismertetik a sugárzással kapcsolatos tudnivalókat. Bár az atomerőműben radioaktív anyag adja a hőtermelés alapját, az emberek sokkal nagyobb dózist szenvednek el a háttérsugárzás miatt. Évente átlagosan 2,4-3 mSv mértékű dózist kapunk, az erőmű dolgozói ennél mindössze 0,5 mSv-tel kapnak többet. Természetesen az esetleges üzemzavarok, balesetek, valamint az általános ellenőrzések érdekében az atomerőmű körül több ponton is monitorozzák a levegőben jelenlévő radioaktív anyagokat. A háttérsugárzásból elszenvedett dózis mértéke változik a magasság függvényében is, így egy modell segítségével láthattuk, hogy repülővel történő utazás közben mekkora többletdózist kaphatunk. Ha például két kontinens között akarunk átrepülni, akkor átlagosan 2 mSv mértékű háttérsugárzással kell számolnunk.

A következő szakaszban az üzemanyagkazetták felépítésével ismerkedtünk meg. Modell mutatta be a szerkezetet, benne az üzemanyagpálcákkal, valamint a szabályozó- és biztonságvédelmi rudak (SZBV) is ismertetésre kerültek. A Pakson található reaktortípus 349 kazettával üzemel, melyből 37 szolgál biztonságvédelmi célokat. A reaktortartályban kazettánként 126 pálcát találhatók, melyek belsejében találjuk az üzemanyagot tartalmazó pasztillákat.

Az utolsó állomáson a különböző radioaktív hulladékok elhelyezésével ismerkedhettünk meg. A hulladékokat aktivitásuk szerint kis, közepes és nagy aktivitású csoportokba sorolhatjuk. Míg a kiegészítő fűtőelemek nagy aktivitású hulladékoknak minősülnek, addig a különböző, reaktorban használt eszközök és anyagok kis, valamint közepes aktivitásúak. Utóbbi kategóriákba tartoznak azok a hulladékok is, melyeket korábban orvosi, vagy esetleg tanítási célra használtak fel. A kis és közepes aktivitású hulladékok elhelyezése

végleges, kezelésükről és elzárásukról az RHK Kft. gondoskodik. A kiégett fűtőelemeket azonban, míg korábban Oroszországba szállították reprocessálás céljából, ma már a Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolójába viszik ideiglenes eltárolásra, mely 50 évig tart. A Ny-Mecsekben már folynak a kutatások egy végleges tárolóhely kialakítása céljából, azonban a végső megoldás egyelőre még várat magára.

## ÜZEMI TERÜLET

A Látogatóközpont után az üzemi területet tekintettük meg. A biztonsági ellenőrzés után a reaktorépületbe látogattunk, ahol egy kis lépcsőzés után először egy ablakon keresztül bemutatták a vezérlőközpontot. Ezután 33 méteres magasságba érve a látogatófolyosóról elénk tárult a 3-as és 4-es blokk közös primerköri reaktorcsarnoka. A primer körben történik a nukleáris alapú gőztermelés. Az aktív zónában nagy mennyiségű hasadóanyag szabályozott láncreakciója folyik. A láncreakcióhoz le kell lassítanunk a hasadási neutronokat, amit a moderátor közeg segítségével érhetünk el. A Paksi Atomerőműben a moderátor szerepét a könnyűvíz tölti be. A felszabadult energia először a hasadványok mozgási energiájává alakul, majd az atommagok az ütközések során elveszítik energiájukat, ami közben hővé alakul. Ezt a hőt a primer körben keringő hűtővíz viszi el, hogy közvetett módon átadja a szekunder körnek.

A látogatófolyosó után lehetőségünk nyílt a szekunder kör elemek megtekintésére. Mind a négy blokkhoz tartozó szekunder kör berendezések egy turbinacsarnokban található meg, mely 500 méter hosszú és 40 méter széles. A berendezések közt végighaladva a nagy zajtól nehezen lehetett volna magyarázni, ezért a területre lépés előtt elmondták, hogy az egyes berendezések milyen színnel vannak jelölve. Így a gépcsoport között sétálva tudhattuk már, hogy a sárga házzal rendelkező berendezés a turbinát, a kék a generátort a zöld pedig a kondenzátort takarja. A primer körben termelt hőt a szekunder körben gőzfejlesztők segítségével gőzzé alakítják. A gőzt a turbinákra vezetik, melyekből blokkonként kettő, azaz összesen nyolc található az erőműben. A percenként 3000 fordulattal forgó turbina mozgásából származó energiát a generátor villamos energiává alakítja, ami ezután kapcsolóberendezéseken és transzformátorokon kerül az országos hálózatba 120 és 400 kV feszültségszinten. A fáradt gőzt lekondenzálják a Dunából kiemelt hűtővíz segítségével, majd a lecsapódott vizet különböző tisztító és előmelegítő berendezéseken keresztül a

tápszivattyúk visszajuttatják a gőzfejlesztőbe. A víz előmelegítésére a jobb hatásfok elérése érdekében van szükség.

### ATOMENERGETIKAI MÚZEUM

Az Atomenergetikai Múzeum a telephely másik végén található, így az üzemi terület megtekintése után buszra szálltunk és átmentünk oda. Már az épület előtt is érdekes dolgokat tekinthettünk meg. Ott áll egy detroiti vontatóautó, amely a reaktorcsarnokok összeszerelésénél segédkezett, ezzel az autóval hozták el a Dunán érkező reaktortartályt és egyéb nagyobb berendezéseket a blokkokhoz. Ezen kívül egy 400 kW-os Ganz gyártmányú transzformátor, valamint egy, az erőműből kiszerezelt turbina is megtekinthető a múzeum előtt. Az épület eredetileg egy szerelőcsarnok volt, később alakították át a Magyarországon egyedülálló, Atomenergetikai Múzeummá. Az épületbe lépve a fogadótér tárul elénk, ahol gyakran tartanak pedagógia foglalkozásokat. A fogadótér sarkában egy zongora áll, amin Teller Ede játszott egykor, a falon pedig egy kép látható egy kottáról melyen Teller szavai állnak "Szép lenne, ha jól menne, de a zongora sokkal nehezebb, mint a fizika".

A múzeum négy részre tagolható. Az első részen a városhoz és az atomerőműhöz kapcsolódó okleveket, reklámtárgyakat, kitüntetések tekinthettük meg, majd a vitrinsor másik oldalán az erőmű területén használt munkaruhákat, védőöltözeteket, valamint régebbi mérőműszereket láthattunk. A csarnok jobb oldala a nagyobb berendezéseknek van szentelve. Itt megismerhettük egy régi sugárkapu működését, bemutatták a sémafalon, hogyan üzemel az erőmű, amit korábban testközelből is megismerhettünk. Egy külön teremben pedig a szolgáltató eszközök és szimulációs számítógépek generációs fejlődését követhettük végig. Végül a galériát jártuk be, ahol különböző intézmények által adományozott relikviákat tekinthettük meg.

### KARBANTARTÓ ÉS GYAKORLÓ KÖZPONT

Az Atomenergetikai Múzeum meglátogatása után átsétáltunk a Karbantartó és Gyakorló Központba, ahol az üzemi terület bejárása során megismert berendezéseket testközelből is láthattuk. A központ oktatási célt szolgál, az erőmű összes dolgozójának meghatározott időközönként vizsgát kell tenniük, hogy felfrissítsék tudásukat. 2012 és 2014 között egy nemzetközi képzési program kereteiben 5 vietnámi csoport szerezhette meg az erőmű



működtetéséhez és karbantartásához szükséges ismereteket, melynek elméleti részét a BME NTI biztosította.

A Központban található eszközök és berendezések felépített, de végül különböző okok miatt üzembe nem helyezett atomerőművekből származnak. A látogatás során lehetőségünk nyílt bemászni egy gőzfejlesztőbe, letekinteni egy 12 méter mély reaktortartályba és közelről is megtekinthettük az üzemanyagpálcákat, valamint a szabályozó- és biztonságvédelmi rudakat.



2. ábra: Csoportkép a látogatás végén

### **Csik Hajnalka**

Az Energetikai Szakkollégium tagja