

## Minden, amit a 3+ és 4. generációs reaktorokról tudnod kell

2024. szeptember 22.

Az Energetikai Szakkollégium 2024. őszi, Forró Magdolna emlékfélévének második előadása szeptember 22-én került megrendezésre. Az előadó Rádi Róbert, a Paks2 Zrt. DSA szakértője volt.

Az előadás egy rövid ismertetővel kezdődött, mely által a hallgatóság megismerkedett a fission energiatermelés alapjaival, továbbá a jelenleg üzemben lévő, főként második generációs atomreaktorokkal. Az atomerőművek több szempontból is hasonlítanak a konvencionális erőművekhez: a vízből hő hatására keletkező gőz meghajt egy turbinát, majd a generátor villamos energiát termel. A turbinából kilépő gőz a kondenzátorba kerül, ahol újra víz lesz belőle, és visszakerül a hőtermelő egységbe. Az atomerőművekben a hőtermelő egység az atomreaktor, melyben az urán üzemanyagban bekövetkező atommaghasadások biztosítják a víz forralásához szükséges hőt. Ez az üzemanyag nagy energiasűrűségű, radioaktív anyag, mely a láncreakció leállítását után is nagy mennyiségű hőt termel, ezt nevezik remanens hőnek, valamint proliferáció (fegyvergyártás) célokra is felhasználható. A nagy energiasűrűséget mutatja, hogy egy 2,5 cm magas uránpasztilla energiataralma 1 tonna szénével egyezik meg.

Harmadik generációs atomreaktoroknak az 1990 óta tervezett és épített reaktorokat nevezzük. Ezen típusú reaktorokat a második generációs reaktorokból fejlesztették ki, a nagyobb biztonságot, gazdasági versenyképességet és fenntarthatóságot szem előtt tartva. Ezen tulajdonságok közül a biztonságot növelő berendezések jelenléte a legszembetűnőbb, egy esetleges üzemzavar esetén a reaktor biztonságos állapotában tartása 72 óráig autonóm módon tehető meg. Több passzív berendezés is van, vagyis olyan biztonsági berendezések, melyek működéséhez nincs szükség külső villamos hálózatra, emellett lehetséges a komplex üzemzavarok és súlyos (vagyis a zóna olvadásával járó) balesetek kezelése is. Ez utóbbi a Pakson is épülő VVER 1200-as reaktorok esetében egy tartály típusú zónaolvadék csapdával, míg például az EPR reaktorok esetében területi felület típusú zónaolvadék csapdával megvalósított. A gazdasági versenyképességet több blokkos telephelyek, több passzív rendszer, kapcsolt termelés segítségével növelik meg. A létesítendő erőmű teljesítményegységre eső beruházási költségét minél nagyobb (1000+ MW) blokkok létesítésével teszik, valamint fontos szerepet kap a hatásfok növelése is. Az USA-ban jelenleg nem épül, de már üzemel 3+ generációs erőművi egység, Oroszországban jelenleg is épül, de üzembe helyezve is vannak 3+ generációs erőművek, emellett Törökországban és Egyiptomban zajlik 3+ generációs erőmű építése. Ez utóbbi listára Magyarország még nem kerülhetett fel, ugyanis hivatalosan csak az ún. "első beton" öntésétől beszélhetünk épülő erőműről, mely a paksi telephelyen még nem történt meg.

A negyedik generációs reaktorok tervezésénél a harmadiktól eltérően nem az előző reaktorgeneráció továbbfejlesztése a cél, hanem merőben új koncepciókkal találkozhatunk, melyek közül öt fő kutatási irány van: folyékony fémhűtésű reaktorok (LFR, SFR), sóolvadékos reaktorok (MSR), nagyon nagy hőmérsékletű reaktorok (VHTR), gázhűtésű reaktorok (GFR) és szuperkritikus vízhűtésű (SCWR) reaktorok. Ezek közül találkozhatunk gyorsreaktorokkal (LFR, SFR, MSR) vagy éppen termikus reaktorokkal

(VHTR, SCWR, MSR) is. A sóolvadékos reaktorokkal gyors- és lassú neutronos üzem is elképzelhető.

Ezek közül épültek már és üzemelnek is folyékony nátrium hűtésű (SFR) reaktorok, valamint atomtengeralattjárókban használtak ólomhűtésű (LFR) reaktorokat, és jelenleg is épül ilyen berendezés Oroszországban. A sóolvadékos reaktorokban tórium alapú üzem is lehetséges lesz. Ezen túl Kínában van már nagyon magas hőmérsékletű reaktor (VHTR), mely egy különleges, ún. TRISO üzemanyaggal működik, és elméletileg egy hűtőközeg veszteséges üzemzavarban sem sérül a zónában ez az üzemanyag. A gázhűtésű gyorsreaktorok (GFR) még fejlesztés alatt állnak, magyar kutatók közreműködésével zajlik például az ALLEGRO reaktor fejlesztése.

A negyedik generációs reaktorok esetében a legfőbb cél a nukleáris üzemanyag minél hatékonyabb felhasználása (25-30% körül, szemben a második generációsok 0,5%-os kihasználásával), továbbá a nukleáris hulladékok nagyobb mértékű csökkentése.

A nukleáris technológiák közül jelenleg a fúzióra irányul a legnagyobb figyelem, azonban a korszerű fissionos erőművek nagy mennyiségű, tiszta energia termelésére képesek, ráadásul ez nem is elérhetetlen, ugyanis vannak már működőképes képviselők akár a 3+, akár a 4. generációs reaktorok közül.

## Fekete Domonkos

Az Energetikai Szakkollégium tagja