



Nukleáris reaktorok biztonságtechnikai fejlődése a VVER típuscsaládon bemutatva

2013. 04. 04.

Az Energetikai Szakkollégium 2013. tavaszi, Zipernowsky Károly emlékfélévének kiemelt programja volt Denis Kolchinskiy, a szentpétervári Atomenergoprojekt vezető projektmérnöke által tartott előadás. A rendezvényt jelenlétével megtisztelte Kovács Pál klíma-és energiaügyért felelős államtitkár, Dr. Rónaky József, az Országos Atomenergia Hivatal főigazgatója és Dr. Aszódi Attila, a BME Nukleáris Technikai Intézet igazgatója.

Reaktortípusok fejlődése

Az orosz Rosatom cég legújabb fejlesztésű reaktor típusa a MIR-1200-as (Modernised International Reactor). A blokk a CEZ (Cseh Villamos Művek) tenderén indul. A típus tervei egy hosszú, tapasztalatokkal teli folyamat végeredményeként jöhetett létre. A fejlesztések alapja az akkor még Szovjetunióban megszületett VVER-1000/320-as típus. E blokk megbízhatóságát mutatja, hogy a mai napig körülbelül 20 darab üzemel Oroszországban, Ukrajnában és Csehországban.

Az AES-91 a VVER-1000/320-as típus fejlesztése, amelyet egy finnországi tenderen indítottak. Az akkoriban érvényes finn hatósági követelményeken túl a Loviisában üzemelő VVER-440-es blokk üzemeltetési tapasztalatait is figyelembe vették a tervezéskor. A hagyományos eszközökön túl háromról négyre növelték a biztonsági berendezések redundanciájának számát. Az erőművet felkészítették egy esetleges tervezési üzemzavaron túli balesetkor (Beyond Design Basis Accident - BDBA) bekövetkező zónaolvadásra is, ugyanis zónaolvadék-csapdával látták el a primer kört. Az olvadékcspda (core catcher) egy olyan speciális kerámiából készült berendezés, amely elősegíti a kiömlő zónaolvadék összegyűjtését és hűtését, valamint meggátolja a kritikus tömeg és ezáltal a nem kívánt kritikusság kialakulását. Jelenleg két ilyen blokk van üzemben a kínai Tianwan telephelyen.

Az AES-91-gyel párhuzamosan folyt a VVER-640-es modell fejlesztése. Végezetül egy közepes teljesítményű, robosztus blokk jött létre, amely aktív és passzív biztonságvédelmi elemeket használ a tervezési alapon belüli üzemzavarok (Design Basis Accident - DBA) kezelésére és csak passzívakat BDBA esetén (a passzív elemek alatt a működésükhöz külső erőforrást nem igénylő berendezéseket értjük, pl.: nyomáskülönbségen alapuló vagy gravitációs elven működő eszközök). Ezek a rendszerek üzemzavar esetén automatikusan, operátori beavatkozás nélkül kapcsolnak be. Újításként passzív hő elvezető rendszerek is beépítésre kerültek, de olvadékcsapda nem, ugyanis a biztonsági elemzések alapján zónaolvadáskor az olvadék a reaktortartályban fog maradni. Az 1990-es évek elején levő piaci helyzet miatt nem volt igény a VVER-640-es blokkokra és csak Kína fektetett be 2008-ban egy blokk megépítésébe. Az üzembe helyezés sikeres volt és az azóta eltelt időben az üzemeltető, az előadó elmondása szerint, elégedett a blokkal, az ÜV védelemnek nem kellett életbe lépnie egyszer sem azóta (ÜV – üzemzavari védelem; ha a reaktor bizonyos paraméterei (pl.: zóna hőmérséklete, hűtőközeg nyomása) egy előre beállított érték felé megy, akkor a szabályzórudak segítségével az automatika leállítja a reaktort).

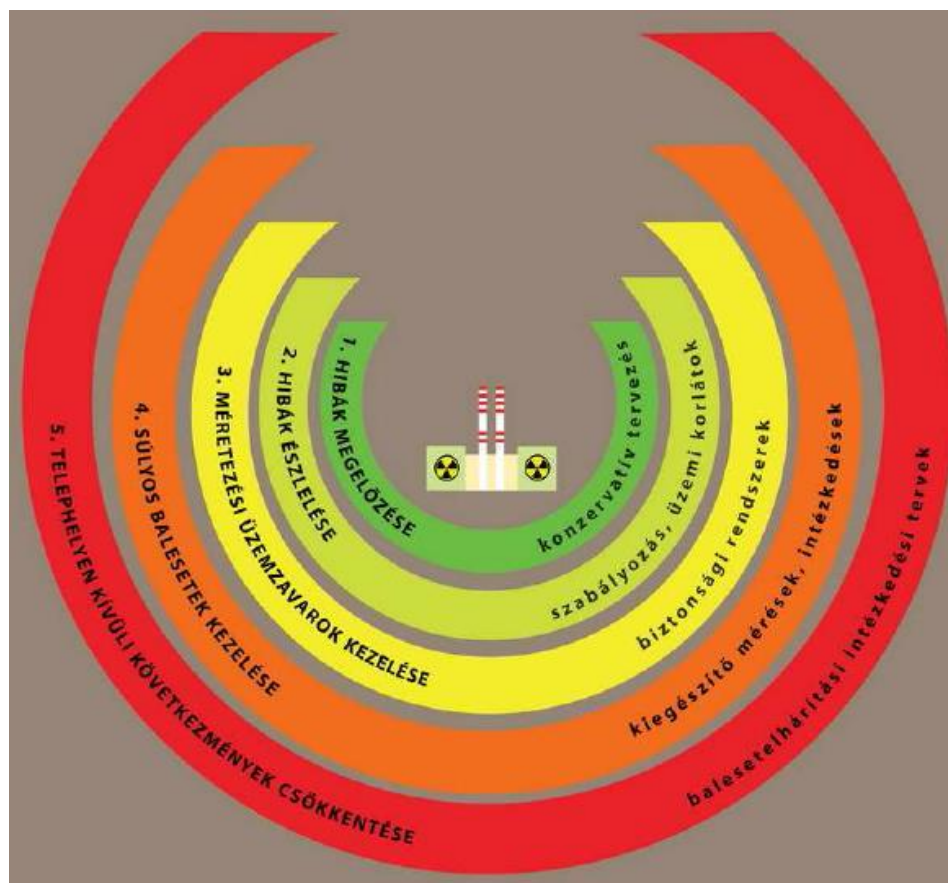
2005 után ismételten a közepes teljesítményű blokkokra mutatkozott igény, így a régi tervek leporolásával és a jelenkor követelményeinek figyelembe vételével jöhetett létre az AES-2006-os típus. A blokk magába foglalja az elmúlt húsz év legjobb fejlesztéseit (passzív hő elvezető rendszerek, zónaolvadék-csapda, stb.). Az AES-91 alapkonstrukcióján nem alkalmaztak nagyobb módosításokat, viszont bizonyos elvek mentén végezték el a modernizációt. Ezek az elvek a következők: praktikuság, alkalmazhatóság, építési és üzembe helyezési idő rövidítése (kínai tapasztalatok), költségek csökkentése, magas nukleáris biztonsági szintek elérése, emberi tényező redukálása és a konzervatív méretezés. A blokk tervezett üzemeltetési ideje 60 év, a hatásfoka 37 % körüli (nyomottvizes atomerőműveknél ez az érték magasnak számít), a teljesítmény-kihasználási tényezője 92 % és 12 vagy 18 hónapos kampányokkal üzemeltethető. Az aktív zóna súlyos sérülése $5,8 \times 10^{-7}$ 1/év valószínűséggel következhet be (a hatósági követelmény 10^{-5} 1/év), ez azt jelenti, hogy 58 millió évente egyszer fordulhat elő az aktív zóna súlyos károsodása.

A MIR-1200-as az AES-2006-os módosítása, amely megfelel az Európai Unió által szabott követelményeknek is. A tervezett üzemeltetési idő 60 év. Ha a megrendelő igényli, lehetséges a konténment megerősítése úgy, hogy kibírja egy nagyobb utasszállító repülőgép rázuhanását is (körülbelül 500 tonna). A zónaolvadék-csapda és a hidrogén elvonó rendszeren kívül a zóna és a konténment passzív hűtésére is van lehetőség egy esetleges BDBA üzemzavarkor.

A tervezések alapelvei

Egy atomerőmű megtervezésekor három fundamentális kikötés van, amelynek minden körülmények között teljesülni kell, hogy a lakosságot és a környezetet ne

érjék súlyos hatások. Az első kikötés, hogy a reaktort minden körülmény esetén szubkritikussá lehessen tenni. A második, hogy a zónageometria folyamatosan, még az üzemelés leállta után is hűthető maradjon. A harmadik pedig, hogy a radioaktív anyagoknak nem szabad a környezetbe a hatósági korlátnál nagyobb mértékben kijutnia. A kikötések betartását segíti elő a mélységi védelem, melynek lényege, hogy többszörösen beépített mérnöki gátak állnak rendelkezésre egy esetleges üzemzavar esetén. A különböző berendezések redundanciája és térbeli elhelyezése is létfontosságú, hogy az üzemzavarok megfelelően kezelhetők legyenek és ezáltal elkerülhetőek a súlyos következmények.



1. kép: A mélységi védelem szemléltetése;

Forrás: Prof. Dr. Aszódi Attila, Boros Ildikó: A fukushimai atomerőmű balesete egy év távlatából

Az atomerőmű telephelyén belül az épületek elhelyezése is nagy fontossággal bír. Elsősorban a személyzet és a lakosság sugárvédelme a legfontosabb valamint, hogy a primer és a szekunder kör megfelelően legyen elválasztva. Egy esetleges, a turbinánál bekövetkező súlyos üzemzavarnak sem szabad a konténmentet fenyegetnie. Fontos, hogy a biztonságvédelmi berendezéseket tartalmazó épületek térben megfelelően szeparálva legyenek, ezáltal is lecsökken az esélye annak, hogy egy külső hatás miatt az erőmű az összes üzemzavari berendezését elveszítse.

Az utóbbi időben felmerült az erőművi teljesítmény jobb manőverezhetőségének az igénye, főleg olyan országok esetében, ahol az atomenergia nagy arányban van jelen a villamosenergia rendszerben. Ezt a tervezők primer- és szekunderkörü szabályozással érik el, de az üzemeltetés során ügyelni kell az elsősorban reaktorfizikai és anyagtechnológia okokból megszabott korlátok betartására, mint például a terheléskövetés mértékére, gyakoriságára, illetve a terhelésváltoztatás sebességére.

Konklúzió

Kolchinskiy úr végső következtetése az előadás befejeztével az volt, hogy az AES-2006 és MIR-1200 reaktortípusok bizalmat kaphatnak a jövőbeli építetők részéről, és ezt mi sem bizonyítja jobban, mint hogy a fukushimai baleset után elrendelt stressz tesztben minden korszerű biztonsági követelménynek megfeleltek vagy túl is teljesítették azokat. A modern biztonságvédelmi elemek nemcsak a szakmai, de valószínűleg a lakossági elfogadtatását is megkönnyítik az új blokkoknak.

Viplak Armand Máté

Energetikai Szakkollégium