

A Fukushima-i nukleáris baleset

A nemzeti portálok nem találtam a japán atomreaktor katasztrófa tudományos magyarázatára semmilyen cikket, tanulmányt. Emiatt kötelességemnek éreztem, hogy az olvasók tájékoztatása végett időt szánjak a témának és ismeressem a problémát tudományos ismeretterjesztő színvonalon.

Fukushima Tokyotól északra fekszik kb. 400 km-re a Csendes Óceán partján. Az erőművet 1966-ban építették, tulajdonosa The Tokyo Electric Power Company. Évi elektromos áram termelése 29891 GWh, hűtővíze: tengervíz.

A baleset 2011 március 11.-én kezdődik a 9-es erősségű földrengéssel, ami elpusztította Japánnak ezt a részét. Ezt követte a Cunami, ami tetőzte a kárt. Az eddig felmért károkat 180 milliárd euróra becsülik. A fukushimai erőmű helyreállítá-



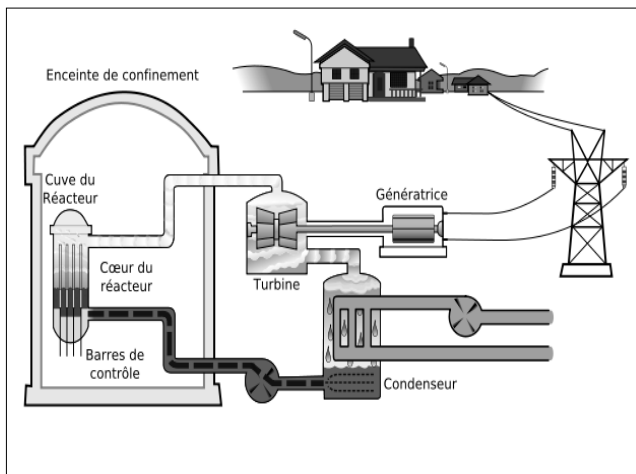
A Fukushima-i atomerőmű madártávlatból

si munkáinak értéke meg fogja haladni az 5 milliárd Eurót. A kormány rendkívüli állapotot hirdetett meg: 215 000 lakost telepítettek eddig ki.

Miképp működik egy atomerőmű?

A láncreakció és a kritikus tömeg feltalálója Szilárd Leo magyar fizikus. Ugyancsak őt tekintik az első atomreaktor megépítőjének is, amit Enrico Fermivel kísérleti céllal fel is építettek és sikeresen ki is próbáltak. Az atomreaktorban a dústott urán 235-ös izotópját, vagy más hasadó anyagot, használnak fel. A reaktorban az urán rudak mellett a neutronokat fékező, ill. ezeket elnyelő közeg is található, amelyeket mozgatva szabályozzák a neutronok számát, ami a láncreakció fenntartásához, 2 generációban, az 1-es számot kell fenntartsa ($k=1$). Ez azt jelenti, hogy a láncreakció beindítása után két-hasadó uránatomból kilépő neutronokból annyit kell a lassító közegnek elnyelnie, hogy csak egy nagysebességű neutron maradjon. Ez az egy neutron újabb maghasadást okoz rendkívül rövid idő alatt, minden alkalommal felszabadítva 200MeV energiát is. A neutron ágyú által kilőtt neutronokat is elnyeli a lassító közeg. A reaktor belsejében egy neutronszámláló is el van helyezve, ami a vezérlésnek folyamatosan visszajelzi a neutronok számát. Addig, amíg a neutronok száma 2 maghasadást követően (2 generáció) megmarad 1-nek, addig kritikus állapotú, önfenntartó láncreakciónál beszélünk. Amennyiben a 2 generációs neutronok száma nagyobb lesz 1-nél ($k>1$), úgy kritikusan felüli láncreakciónál van szó, amit a vezérlő és szabályozó rendszer visszaállít a megkövetelt hőmérséklet fenntartásához szükséges szintre.

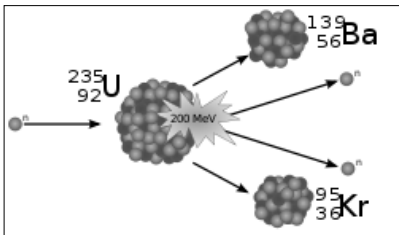
A reaktorok úgy vannak megépítve, hogy egy földrengés kezdetekor, ha az elér egy bizonyos erősségi fokot, automatikusan a láncreakciót le kell a vezérlés állítsa. Azonban a reaktort továbbra is hűteni kell a meglévő magas hőmérséklet miatt, amely fennmarad több órán keresztül is. A hűtési rend-



Lobogóvíz -reaktoros erőmű működési vázlata

szer nagy pumpái villamos energiát igényelnek, amit vagy külső árammal biztosítanak, vagy bekapcsolnak a biztonsági, he-

lyi, dízelmotorokkal meghajtott generátorok és a pumpák működtetéséhez szükséges áramot megtermelik. A harmadik áramforrás a mindig feltöltött akkumulátorok. A Fukushima-i erőműben a 3. áramforrást kényszerültek bekapcsolni, ugyanis az erős földrengés miatt áramszünet keletkezett az országban és sajnos –eddig nem közölt indokok miatt- a dízelmotoros áramfejlesztők nem indultak be. (Tenger mellett, pontosan a Cunami lehetősége miatt, nem lett volna szabad dízelmotorokkal meghajtott generátorokra bízni a biztonsági áramellátást!) Az akkumulátorok pedig egy idő után kimerültek és így az urán rudak már többször teljesen vízmentes állapotba kerültek. Mivel a reaktor egy zárt kupolában működik így a forró urán vagy plutónium rudak a vizet gőzzé és rövid idő után hidrogénné változtatják, ami a megfelelő gázkeverék elérése után felrobban, nagy mennyiségű radioaktív anyagot bocsátva ki az atmoszférába. A rudak az egyik reaktorban 1,4 míg a másikban



Maghasadás és láncreakció: baloldalt egy neutron látható, ami eltalálja a 235-ös urán atommagot keletkezik 2 új elem atommagja, 2 vagy 3 neutron és 200MeV energia szabadul fel.

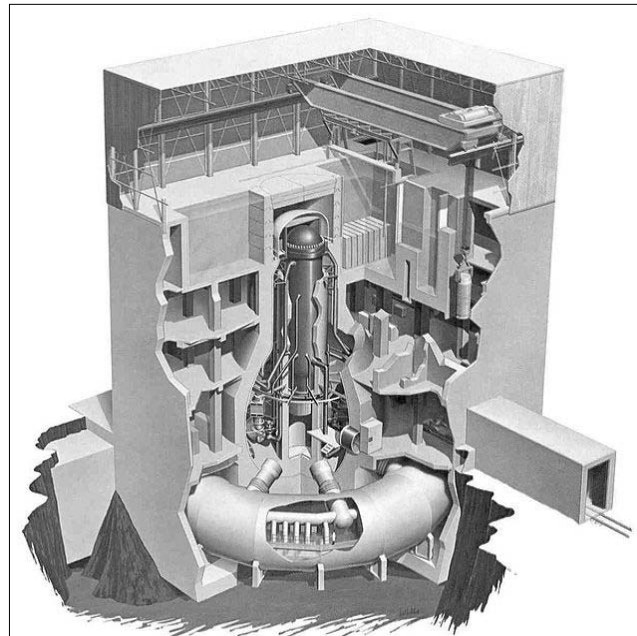
2,9 m hosszban szabadon voltak, vagyis nem volt elegendő hűtő víz!

Sajnos rendkívül sok és ellentmondó hír kering, így nehéz megállapítani, hogy eddig mi is történt. Ugyanis Japánban hírzárulat van és még a mindennel felszerelt svájci katasztrófaségítő egységek sem tudnak hiteles adatokat szolgáltatni: mindenki csak spekulál. A még nagyobb baj akkor következhet be, mikor a hűtés sikertelensége miatt a reaktor szíve (franciául „coeur” lásd a 3-as és az 5-ös rajzot) összeolvad (INES 7 baleseti fokozat) és a nagy hőmérsékletű olvadék elkezd le-süllyedni, addig amíg nem találkozik nagy mennyiségű vízzel. Ekkor újabb robbanás következik be, ami az erősen sugárzó anyagot sok kilométeres távolságra juttatja ki. Rossz széljárás esetén ezek a radioaktív anyagok messze elkerülhetnek. Például a Csernobili katasztrófa alatt kiszabadult radioaktív anyagok miatt a dél németországi vaddisznók húsát még ma sem tanácsos fogyasztani, mert radioaktívak az erdőben felzabált élelemtől.

A hírek szerint a Fukushima reaktort „elárasztották tenger-vízzel”, amit az elején nem akartak megtenni, hogy elkerüljék a reaktor korrodálódását! Ennek ellenére mégis további robbanásokról tudósítanak. A tengerbe pedig hatalmas mennyiségű radioaktív anyag került. A halkonzervek még éveken keresztül radioaktívak lesznek.

A reaktor hűtés kiesésének következményei

Ez az oka annak, hogy egy atomerőmű a megsemmisülés



A Fukushima-i atomreaktor konstrukciója: a General Electric terveit vették át, anélkül, hogy egy Cunami ill. 7-esnél erősebb földrengést tekintetbe vettek volna.

útjára kerül. Francia szaknyelv „accident majeur” a német meg „GAU”-ról (Grösste Annehmbarer Unfall; magyarul: legnagyobb feltételezhető baleset) beszél. A következmények a következők lehetnek:

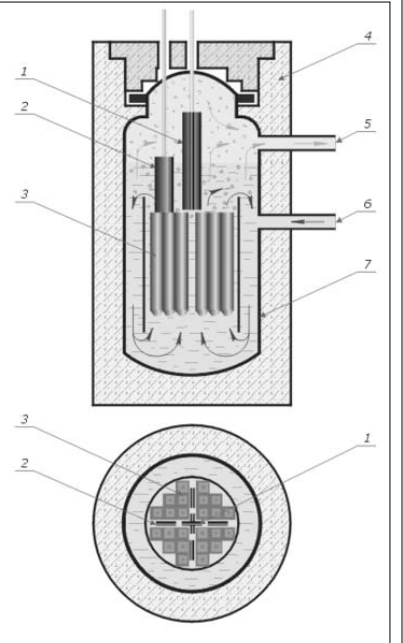
Mechanikai robbanás: a leggyorsabban következik be, mivel a hűtővíz a magas hőmérsékletű nukleáris üzemanyag rudak miatt mind nagyobb mennyiségben és sebességgel gőzzé alakul és végül a túlnyomás miatt bekövetkezik az első robbanás a reaktorban, amely megkárosítja a reaktort.

Radioaktív szennyezés: A hőmérséklet a termikus tehetetlenség miatt is tovább emelkedik, a hosszú üzemanyagcsövekben repedések keletkeznek, és a reaktor szívébe hasadási termékek kerülnek. A kockázat az, hogy ezek a hasadási termékek kikerülnek a légkörbe a túlnyomásos gőzzel együtt, ami súlyos radioaktív szennyeződést jelent több kilométeres körzetben.

Hidrogéntermelődés és vegyi robbanás: Az üzemanyagcsövek, ha már nem merülnek bele a hűtőfolyadékba tovább melegekednek és több száz fokot érnek el. Ezen hőmérsékletnél a cirkonium, ami az üzemanyag rudak köpenyét képezi, reagál a forró vízzel és cirkoniumoxidot meg hidrogént képez, amely

Lobogó-víz reaktor:

1. Vészleállító rúd
2. Kontroll-rúd
3. Fűtőelemek
4. Biológiai védelem
5. Páraelszívás
6. Vízbevezető
7. Hővédelem



keveredik a gőzzel és az elsődleges zárt keringés felső részében összegyűl. A reakció sokkal gyorsabb, mint ahogy a hőmérséklet emelkedik, és amikor a rudak teljesen vízmentesek lesznek, 1200°-on felül a folyamat felgyorsul. Ezen a szinten a legfőbb veszély, hogy a felgyűlt hidrogén akkora robbanást okoz, amely a „szívben” mindent elpusztít. (Finomabban kifejezve: megváltoztatja a reaktor szívének geometriáját!)

A reaktor szívének elolvadása: Végül a csövek is elolvadnak és az olvadék (corium, de nevezik magmának is) a reaktor aljába folyik, ahol felhalmozódik. Amennyiben a szív geometriája megváltozott és a kontroll rudak már nem tudják funkciójukat ellátni, úgy a helyzet a szuper kritikusság állapotába került, vagyis a maghasadáskor 2 generáción belül megnő a keletkező neutronok száma: $k>1$. Ebben a helyzetben a maghasadást fékezni a hűtővízben feloldott borsav segítene, ami ismert neutron elnyelő.

Az önfenntartó nukleáris reakció: a kritikussági állapot elérésekor jön létre ($k=1$) és a hőmérséklet meg a gőz jelenlétében mechanikus robbanásokat vált ki. Az atombombához hasonló robbanás viszont nem jön létre, pontosan a folyamatosan szétfolyó üzemanyag miatt, ami megakadályozza a kritikus móvel létrejöttét. A Csernobili eset itt nem ismétlődhet meg, mivel a hűtőközeg nem grafit (ami Csernobilban meggyűlt), hanem víz.

A Fukushima Daiichi mind a 4 reaktora veszélybe került és működés képtelen illetve a kieső hűtés miatt különböző baleseti fokozatba sorolják őket! 2 reaktor már az alább látható állapotban van, míg a megmaradt másik kettőben az ellenőrizhetetlen folyamatok lassabban, de haladnak a reaktor megsemmisítésének útján.

A mai nap még 50 alkalmazott sürgőldött a reaktorok körül, kitéve magukat a gyógyíthatatlan egészségi károsodásnak. A sugárzás nagysága már olyan nagy, hogy ezeknek a -már ma - hősöknek tekintett munkásoknak az életükbe kerül a honfitársaik tömegeinek megmentése, ill. az egészségi károsodásaik csökkentése.

2011 március 17, helyi óra szerint 4.29 perckor az amerikai nukleáris bizottság szóvivője bejelentette, hogy a Fukushima-i atomreaktorok víztárolójából kifogyott a víz. Az üzemanyag rudak „víztelenek” lettek, ami miatt rendkívül magas sugárzást keletkezik. Különböző elképzelések születnek, hogy a víztárolókat feltöltsék. Egyelőre katonai helikopterek nagy zsákokkal a tengerből merítik a vizet és dobják le a romhalmazra és tüzlőt kocsikból öntözik a tengervízre a reaktorok romjaira, amely alatt ott „ügyködik” a palackból kiszabadított szellem!

Zürich, Svájc, 2011 március 15-18.

Dr. Ing. Sebestyén István

(az adatok egy része a francia nyelvű wikipedia-ról, a Google képtárából, és több más az interneten összegyűjtött angol és német nyelvű forrásból származik)



A képen látható már a radioaktív anyagok terjedése, a széljárás tekintetbe vételével. 10 nap múlva már észak Amerika nagy területeit fedi be a félelmetes anyag! Emiatt az amerikai hadsereg egyik speciális drón repülőgépe berepült a reaktorok fölé és méréseket végzett. Az eredményekre csak annyit jelentettek eddig be, hogy „remélik a kiértékeléseik nem jók és a Japán kormány által megbízott szakemberekre bízzák az eredmények kiértékelését”!