**Tantárgy neve: Atomerőművek működése és környezetvédelme**

* Kód: TKOLS317
* Szemeszter: ősz
* Kreditszám: 5
* Órák száma (ea/gy/lab): 14 ea
* Számonkérés módja: v
* Előfeltételek: -
* Tantárgy felelős: Dr. Katona Tanás János
* Tantárgy koordinátor: Dr. Katona Tamás János

**Rövid leírás**:

1. A nukleáris fűtőanyag ciklus átfogó ismertetése: Bányászat, feldolgozás, U-dúsítás, nukleáris energiatermelés, hulladékok elhelyezése, atomerőművek leszerelése. A témákhoz kapcsolódó alapvető fizikai-kémiai folyamatok ismertetése, a műszaki megvalósítások fontosabb jellemzőinek bemutatása.

2. Atomerőművek működése. Nukleáris folyamatok az atomreaktorokban. Radioaktív anyagok keletkezése (hasadvány és aktivációs termékek). Transzportfolyamataiknak tárgyalása. A reaktorok üzemelési ciklusa (fűtőelemek kezelése, szabályozási mechanizmusok). Radioaktív hulladékok kijutási útvonalai a reaktorból. A hűtőközeg elszennyeződése, fővízkör elemei és a szennyezők kivonásának lehetőségei. Az atomerő primerköri rendszerinek tisztása. A radioaktív szennyeződés terjedésének ellenőrzése (automatikus mérőrendszerek és mintavételei eljárások).

3. A radioizotópok kijutása a környezetbe. Szilárd, folyékony és gáz állapotú radioizotópok kijutási lehetőségei. Szellőzőrendszerek, víztisztítás, szilárd és folyékony radioaktív hulladékkezelés. A rendszerek biztonsági követelményei. Műszaki és szervezési intézkedések. Az ellenőrzésük módszerei (mérőrendszerek, adatgyűjtés, figyelmeztető és vészszintek származtatása), beavatkozási lehetőségek.

4. Az atomerőmű környezeti kibocsátásaira vonatkozó jogi háttér ismertetése. Nemzetközi, ajánlások, hazai hatósági rendszer, az erőmű belső szabályozása. Tervezési és kibocsátási szintek származtatása. A radioaktív anyagok hatósági felügyelet alóli felszabadítása. Környezeti monitoring (on-line mérőállomások, mintavételek, in situ mérések). A lakossági sugárterhelésének meghatározása.

**Általános követelmények:** Előadásokon való részvétel a TVSz szerint. 1 eredményes ZH

**Cél:** Az atomerőművek működéséhez és környezetvédelméhez kapcsolódó elméleti és gyakorlati ismeretek elsajátítása.

**Módszer:** Előadásokkal megalapozott elméleti ismeretek, ppt-vel támogatott vizualizáció. Helyszíni ismerkedés a Paksi atomerőmű radioaktív hulladékkezelési rendszerével.

**Irodalom:** Az előadásokon bemutatott ppt diák, illetve az ott hivatkozott irodalmi források (részletes jegyzék mellékelve).

**Követelmények a szorgalmi időszakban:** Az előadásokon és a gyakorlatokon a TVSZ-nek megfelelő és aktív részvétel, a zárthelyi megfelelt eredménnyel való megírása

**Követelmények a vizsgaidőszakban:** Sikeres ( min. 50 %-os eredményű) ZH.

**Pótlások:** A zárthelyik pótlása a vizsgaidőszakban egy alkalommal lehetséges.

**Félévközi ellenőrzések (beszámolók, zárthelyi dolgozatok) számát, témakörét és időpontját, pótlásuk és javításuk lehetőségét:** 1 ZH dolgozat (a 14. héten, a teljes anyagból).

**Vizsga jellege (szóbeli, írásbeli, vagy mindkettő):** félévközi jegy 1 ZH alapján

**Érdemjegy kialakítása:** Félévközi jegy megszerzése zárthelyi eredményes teljesítésével. 50%-tól elégséges, 60%-tól közepes, 70%-tól jó, 80%-tól jeles.

**Program (előadás):**

1. hét

2. hét

3. hét

4. hét A nukleáris energia-termelés életciklus elemzése. A nukleáris rektor működésének és a nukleáris villamosenergia-termelés technológiai alapjai. Példák a II, III, III+ és IV. generációs atomerőművekre.

5. hét

6. hét

7. hét A nukleáris létesítmények üzemelésének és környezetvédelmének gyakorlata. Helyszíni ismerkedés a Paksi atomerőművel és a radioaktív hulladékkezelés rendszerével.

8. hét

9. hét

10. hét A nukleáris villamosenergia-termelés teljes életciklus elemzésének lényege. A nukleáris üzemanyag ciklusok. Környezeti hatást eredményező technológai jellemzők, folyamatok és ellenőrzésük ismertetése. Hagyományos és radiaoktív hulladékok keletkezése, kezelése, ellenőrzése. Radioaktív közegek normálüzemi kijutásának lehetősége. Üzemi és környezet-ellenőrzés. Nemzetközi és hazai szabályozás.

11. hét

12. hét Javítási lehetőség. Diplomaterv konzultációk.

13. hét

14. hét

15. hét

**Program (gyakorlat):**

1. hét

2. hét

3. hét

4. hét

5. hét

6. hét

7. hét Helyszíni ismerkedés a Paksi atomerőművel és a radioaktív hulladékkezelés rendszerével.

8. hét

9. hét

10. hét

11. hét

12. hét

13. hét

14. hét

15. hét

IRODALOM

1. OECD NEA „Risks and Benefits of Nuclear Energy”, <http://www.oecd-nea.org/ndd/pubs/2007/NDD_2007_%206242-risks_benefits_nuclear_energy.pdf>
2. Life-Cycle Energy Balance and Greenhouse Gas Emissions of Nuclear Energy in Australia, ISA, The University of Sydney, Australia, 2006, <http://www.isa.org.usyd.edu.au/publications/documents/ISA_Nuclear_Report.pdf>
3. Aszódi Attila, Boros Ildikó, <http://www.reak.bme.hu/munkatarsak/boros-ildiko/letoeltes.html>, 01\_Atomeromuvek\_tipusai\_2014.pdf
4. WNA Report, Comparison of Lifecycle Greenhouse Gas Emissions of Various Electricity Generation Sources, World Nuclear Association, [www.world-nuclear.org](http://www.world-nuclear.org)
5. VATTENFALL’S LIFE CYCLE STUDIES OF ELECTRICITY, <http://www.barsebackkraft.se/files/lifecycle_studies.pdf>
6. <http://ttk.pte.hu/ami/phare/energ/energ5.htm>
7. <http://www.world-nuclear.org/info/Nuclear-Fuel-Cycle/Introduction/Physics-of-Nuclear-Energy/>
8. [(http://nuclearpoweryesplease.org/blog/2012/05/21/a-look-at-recriticality-during-meltdown-part-1/](http://nuclearpoweryesplease.org/blog/2012/05/21/a-look-at-recriticality-during-meltdown-part-1/) )
9. <https://www.mozaweb.hu/Lecke-FIZ-Fizika_11_12-30_Az_atommagok_belso_szerkezete_kotesi_energiaja_A_nukleonok_kolcsonhatasai-99914>
10. <http://nagysandor.eu/AsimovTeka/ChainReaction_PA/index.html>
11. OECD NEA NEA Publications: Issue Brief No 9 - BROAD IMPACTS OF NUCLEAR POWER, https://www.oecd-nea.org/brief/brief-09.html
12. Externalities and Energy Policy: The Life Cycle Analysis Approach Workshop Proceedings, Paris, France, 15-16 November 2001, https://www.oecd-nea.org/ndd/reports/2002/nea3676-externalities.pdf
13. Nuclear Energy Institute - Life-Cycle Emissions Analyses, http://www.nei.org/Issues-Policy/Protecting-the-Environment/Life-Cycle-Emissions-Analyses
14. Zagyvai P. et al, A nukleáris üzemanyagciklus radioaktív hulladékai, MTA Energiatudományi Kutatóközpont, ISBN 978-963-7351-20-4, 2013, http://www.kfki.hu/~rkl/pub/Nuklearis\_uzemanyagciklus\_radioaktiv\_hulladekai\_MTA\_EK.pdf
15. Dr. Katona Tamás János, 2008, A nukleáris energia szerepe a fenntartható fejlődésben, Nukleon 2008. szeptember I. évf. (2008) 17
16. Dr. Pázmándi Tamás, Bodor Károly, 2008, Az uránpiac helyzete és kilátásai, Nukleon 2008. május I. évf. (2008) 03
17. Szatmáry Zoltán, Bevezetés a reaktorfizikába, Egyetemi jegyzet, Budapest, 2000, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Természettudományi Kar
18. Katona TJ, Nuclear power generation as a reasonable option for energy strategies (Chapter 1)
19. In: Tsvetkov P (szerk.), Nuclear Power. 388 p. Rijeka: SCIYO, 2010. pp. 1-15. (ISBN:978-953-307-110-7)
20. Elter E, Katona TJ, Pécsi Zs, 2007, A paksi atomerőmű tervezett üzemidő hosszabbításának környezetvédelmi engedélyezési eljárása, MAGYAR VILLAMOS MŰVEK RT KÖZLEMÉNYEI 1-2: pp. 40-46. (2007)
21. Elter E, Katona TJ, Pécsi Zs, 2007, A Paksi Atomerőmű tervezett üzemidő-hosszabbításának környezetvédelmi engedélyeztetési eljárása, MAGYAR ENERGETIKA 5: pp. 5-9. (2007)
22. Elter József, Gadó János, Holló előd, Lux Iván: Atomreaktorok biztonsága I-II. ELTE Eötvös kiadó 2013