



Villamosmérnöki szak, MSc képzés

Nukleáris rendszertechnika mellékspecializáció

A paksi atomerőmű bővítése Orbán Viktor magyar miniszterelnök és Vlagyimir Putyin orosz elnök által 2014. január 14-én aláírt együttműködési megállapodás Oroszország és Magyarország között az atomenergia békés célú felhasználásáról, mely magában foglalja két új atomerőművi blokk megépítését Pakson. A két új 1200 MW-os blokk az 1982-től kezdve üzembe helyezett négy paksi 500 MW-os atomerőművi reaktorblokk mellett épül fel.

A Paks II erőmű építése során számos olyan villamosmérnök szakemberre lesz szükség, akik nukleáris alapismeretekkel is rendelkeznek. A mellékspecializáció célja, hogy a specializációt választó villamosmérnök hallgatók megszerezzék azokat az ismereteket, amelyek megkönnyítik, hogy hatékonyabban tudjanak részt venni az erőműnek és kiszolgáló rendszereinek tervezési, kivitelezési és üzemeltetési feladataiban. A specializációban megszerezhető kompetenciák: Nukleáris fizika alapjainak áttekintő ismerete. Az atomerőművek működési elvének, az erőmű felépítésének, fő funkcionális elemeinek, primer és szekunder köri elemeinek megismerése. Ismeretek szerzése a nukleáris mérés technika területén. A nukleáris biztonsági szabályzat, a nukleáris létesítményekre vonatkozó követelmények (felelősség, biztonsági célok, mélységben tagolt védelem, biztonsági politika ...) hazai és nemzetközi szabályozása. A biztonságra tervezés alapjai, biztonsági osztályok, speciális tervezési követelmények. Kiemelten fontos villamos és irányítástechnikai rendszerek és komponensek tervezése.

A specializációban szereplő tárgyakat teljesítő hallgatók nukleáris szakképzettséget elismerő tanúsítványt kapnak diplomájuk mellékként.

Nemcsak az új blokkok építése, hanem a jelenlegi paksi blokkok élettartam-hosszabbítása miatt is igen jelentős számban lesz szükség a nyugdíjba menő mérnőkgeneráció pótlására. Az élettartam-hosszabbítás miatt a jelenlegi erőmű a tervek szerint 2037-ig még üzemelni fog.



Nukleáris alapok mérnököknek (NTI) (1.szemeszter, 3/1/0/v/4 kredit)

A tantárgy célkitűzése: Bevezetés az atomerőművekhez kapcsolódó alapvető mérnöki ismeretekbe.

Rövid tematika: Magfizikai alapismeretek: Az atommag felépítése és jellemzői, stabilitása, tömegdefektus, kötési energia. A magenergia felszabadításának lehetőségei. A radioaktív bomlás formái és jellemző mennyiségei. Neutron magreakciók fajtái és jellemzői.

Hatáskeresztmetszet. A maghasadás mechanizmusa. Nukleáris mérés technikai alapismeretek: Töltött részek (alfa-, béta-sugárzás), neutron- és gamma-sugárzás kölcsönhatása az anyaggal; a sugárzás gyengülése az anyagon való áthaladás során. Nukleáris detektorok főbb jellemzői: gáz-ionizációs detektorok, szcintillációs számlálók, felvezető detektorok, termolumineszcens detektorok, szilárdtest nyomdetektorok. Neutrondetektorok.

Sugárvédelmi alapismeretek: A sugárzási energia fizikai, kémiai, biokémiai és biológiai hatása. Dózisdefiniciók. Külső és belső sugárterhelés. A sugárvédelem alapelvei. A dóziskorlátozási rendszer. Sugárvédelmi szabályozás. Dózis és dózisteljesítmény számítása és mérése. Az emisszió és az immisszió kapcsolata. Műszaki sugárvédelem. Baleseti helyzetek kezelése. A lakosság természetes sugárterhelésének összetevői. A mesterséges eredetű radioizotópok alkalmazásai, kikerülésük a környezetbe.

Reaktorfizikai alapismeretek: A maghasadásban felszabaduló energia. Láncreakció, önfenntartó láncreakció feltétele, sokszorozási tényező. Kritikuság fogalma. Hatfaktor-formula. Diffúzióegyenlet. Kezdeti- és peremfeltételek. Időfüggés és kritikuság egycsoport közelítésben. Reaktorkinetika, a reaktivitás mérése. Rezonanciák. Termikus reaktorok: csupasz- és reflektált reaktor. Fűtőelemrácsok. Reaktivitástényezők. A reaktor megszaladása. Kiégés.



Termohidraulika és reaktorbiztonság (NTI)

(2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit)

A tantárgy célkitűzése: bevezetés az atomerőművekhez kapcsolódó alapvető mérnöki ismeretekbe.

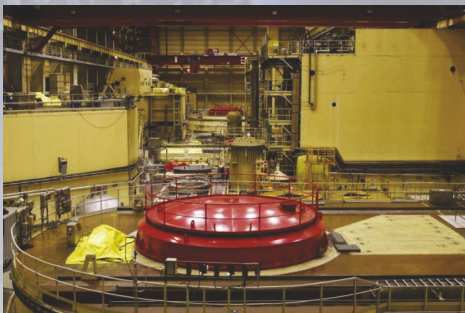
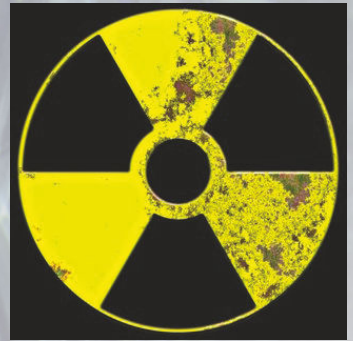
Rövid tematika: A hőelvonás technológiai megvalósítása különböző reaktor típusoknál. Hőfejlődés folyamata és térbeli eloszlása a reaktorban. A hővezetés általános differenciálegyenlete és annak megoldása különböző kezdeti és peremfeltételek mellett. Az UO₂ anyagjellemzői. Az üzemanyagpálca hőmérséklet-eloszlása. A hidraulikai egyenletrendszer. Nyomásvesztések. A hőátadás számítása. Termikus instabilitások. A hőátadás természetes áramlásokban. Forrásos hőátadás jellemzői. Forrásgörbe. Forráskrizisek. DNBR. Kétfázisú áramlás formái vízszintes és függőleges csövekben. Áramlási térképek. A hűtőközeg-csatorna stationárius termohidraulikai viszonyai. Az üzemanyag, a burkolat és a hűtőközeg hőmérsékletének alakulása. A reaktorbiztonság és biztonságvédelem alapjai. Méretezési üzemavarok. Különböző méretű LOCA üzemzavarok lefolyása. Az emberi tényező szerepe. Termohidraulikai kódok. Az üzemanyag tervezésénél alkalmazott biztonsági korlátok. Hőtechnikai korlátok. Tervezési alapon túli balesetek. A TMI-2, a csernobili és a fukushimai atomerőmű balesetének előzményei, feltételei, okai, lefolyása, termohidraulikai folyamatai és következményei. A 2003. áprilisi paksi súlyos üzemzavar termohidraulikai folyamatai.



Kritikus beágyazott rendszerek (MIT) (2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit)

A tantárgy célkitűzése: A beágyazott rendszerek biztonságossága (safety) kiemelt jelentőségű az ún. kritikus rendszerek tervezésekor, amelyek meghibásodása közvetlen emberek életét, egészségét veszélyeztetheti vagy jelentős üzleti veszteséggel járhat. A tantárgy célja, hogy áttekintse a nagy megbízhatóságra tervezés és a biztonságigazolás modern módszereit, technológiáit és szabványait, elsősorban az elosztott és beágyazott alkalmazások területén.

Rövid tematika: Bevezetés: A biztonságosság alapfogalmai. Biztonságkritikus rendszerek architektúrájának tervezése: jellegzetes fail-stop illetve fail-operational architektúrák (hibatűrés). Veszélyanalízis: ellenőrző listák, hibamód és -hatás analízis, hibafa, eseményfa, ok-hatás analízis, megbízhatósági blokkdiagramok. Tesztelési módszerek: a tesztervezés és a tesztelési folyamat specialitásai. Követelmény és architektúra modellezés biztonságkritikus rendszerekben. Formális modellezés és verifikáció, modell alapú forráskód generálás. Funkcionális biztonság (IEC 61508): Biztonsági követelmények specifikálása.



Hardver biztonságintegritás. Szoftverek használata biztonságkritikus rendszerekben. Biztonságigazolás (safety case). Iparági szabványok: gépjárművek: ISO 26262, folyamatirányító rendszerek: IEC61511, vasútirányítás: IEC 62279/EN 50128. Nukleáris biztonság: Nukleáris biztonság irányítástechnikai specifikumai. Alapfogalmak: függetlenség, szétválasztás, redundancia, diverzitás. Kategorizálás. NBSZ, IAEA NS-G-1.3, IEC 61513, IEC 61226. A biztonság szempontjából releváns irányítástechnikai rendszerek: hardver: IEC 60987, szoftver: IEC 62138, IEC 60880. Példa: Reaktorvédelmi Rendszer. További irányítástechnikai vonatkozások: periodikus tesztelés, HMI, számítógépes biztonság. Példa: RVR Univerzális Tesztrendszer. Létező rendszerek, esettanulmányok: DCS: Siemens SPPA-T3000, ABB System 800xA, Areva TELEPERM XS, OPC Unified Architecture. Példa: Primerköri Nyomákszabályozó Rendszer. Járműipari beágyazott rendszerek: Szoftverfejlesztés repüléstechnikai területen a DO-178B szabvány keretein belül. Térben és időben particionált rendszerek a repülőgépiparban, a MILS koncepcióra épülő ARINC 653 valós idejű operációs rendszer. Gépjárművek szoftver architektúrájának modellvezérelt alapon történő tervezése AUTOSAR alapon.

Atomerőművi technológiák (NTI)

(3. szemeszter, 1/0/1/f/2 kredit)

A tantárgy célkitűzése: bevezetés az atomerőművekhez kapcsolódó alapvető mérnöki ismeretekbe.

Rövid tematika: Reaktivitás-visszacsatolások üzemvitelre gyakorolt hatása, a reaktor önszabályozó képessége. Xenon- és szamárium-mérgezettség üzemviteli vonatkozásai: xenon-mérgezettség időbeli alakulása teljesítményreaktorok térbeli xenonlengése. Az atomreaktor mint sugárforrás: az üzemelő és a leállított reaktor mint sugárforrás; gamma- és neutronsugárzás reaktor körüli védőszerkezetei. Az atomreaktor mint hőforrás: a reaktorfizikai és hőtechnikai jellemzők közötti kapcsolat, hőtechnikai korlátok, aszimmetriák és ezek okai. Aktivizáció-monitorozás, felügyelet: in- és ex-core detektorok. Reaktorok szabályozása: szabályozókazetták, differenciális és integrális értékesség, kiegészítő mérgek, bórsavas szabályozás. Fűtőelemek üzemviteli viselkedése: meghibásodások, fűtőelem-ellenőrzés. A reaktortartály sugárkárosodása: reaktortartály-felügyelet, tartály-élettartam; a zónaelrendezés hatása; felújító hőkezelés. Mérési gyakorlatok az Oktatóreaktorban: gáztöltésű és neutrontetektorok, szcintillációs és felfeztető detektorok, reaktorüzemeltetési gyakorlat.

