

MISKOLCI EGYETEM

GÉPÉSZMÉRNÖKI ÉS INFORMATIKAI KAR

ATOMERŐMŰVI ÜZEMELTETÉSI SZAKMÉRNÖK

SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉSI SZAK

MISKOLC

2019

TARTALOM

Tartalom

1.	A SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉS KÉPZÉSI ÉS KIMENETI KÖVETELMÉNYEI, ADATOK.....	3
	ADATOK	3
	Képzési és kimeneti követelmények:.....	4
2.	A SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉS SZEMÉLYI FELTÉTELEI	7
3.	A SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉS KÉPZÉSI PROGRAMJA.....	9
	A képzési és kimeneti követelmények alapján kidolgozott tanterv és tantárgyi programok.....	9
	A záróvizsga témakörei:.....	14
4.	AZ ÉRTÉKELÉSI ÉS ELLENŐRZÉSI MÓDSZEREK, ELJÁRÁSOK:.....	14
	Korábban szerzett ismeretek, gyakorlatok beszámítási rendje:.....	15
	A képzés tárgyi feltételei (a szak indításához rendelkezésre álló infrastruktúra)	15
	A képzési és kimeneti követelmények alapján kidolgozott tantárgyi programok.....	16

1. A SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉS KÉPZÉSI ÉS KIMENETI KÖVETELMÉNYEI, ADATOK

ADATOK

1. A kérelmező felsőoktatási intézmény neve és címe:
Miskolci Egyetem
3515 Miskolc-Egyetemváros
2. Kari tagozódású felsőoktatási intézmény esetén a képzésért felelős kar:
Gépészmérnöki és Informatikai Kar
3. Az indítandó szak megnevezése:
Atomerőművi üzemeltetési szakmérnök szakirányú továbbképzési szak
(OH létesítési határozat száma: FNYF/991-8/2018)
4. Az oklevélben szereplő szakképzettség:
Atomerőművi üzemeltetési szakmérnök
5. A szak javasolt képzési terület szerinti besorolása
Műszaki képzési terület
6. A képzési idő:
2 félév, 60 kredit
7. A képzés munkarendje:
Levelező
8. A szak indításának tervezett időpontja:
2019. szeptember
9. A szakért felelős oktató megnevezése:
Dr. Siménfalvi Zoltán
egy. docens

Képzési és kimeneti követelmények:

Az atomerőművi üzemeltetési szakmérnök szakirányú továbbképzési szak

képzési és kimeneti követelményei

- 1. A szakirányú továbbképzés megnevezése:** atomerőművi üzemeltetési szakmérnök szakirányú továbbképzési szak
- 2. A szakirányú továbbképzésben szerorzhető szakképzettség oklevélben szereplő megnevezése:** atomerőművi üzemeltetési szakmérnök
- 3. A szakirányú továbbképzés besorolása:**
 - képzési terület szerinti besorolása:** műszaki képzési terület
 - a végzettségi szint besorolása:**
 - ISCED 1997 szerint: 5A
 - ISCED 2011 szerint: 6
 - az európai keretrendszer szerint: 6
 - a magyar képesítési keretrendszer szerint: 6
 - a szakképzettség képzési területek egységes osztályozási rendszere szerinti tanulmányi területi besorolása:**
 - ISCED 1997 szerint: 54
 - ISCED-F 2013 szerint: 072
- 4. A felvétel feltétele(i):** A szakirányú továbbképzésbe az vehető fel, aki legalább az alább felsorolt szakok valamelyikén alapfokozattal vagy mesterfokozattal rendelkezik, illetve a felsőoktatásról szóló 1993. évi LXXX. törvény szerinti szakok, amelyeket a kredit megállapításának alapjául szolgáló ismeretek összevetése alapján a felsőoktatási intézmény kreditátviteli bizottsága elfogad.
 - a) A felvétel feltételeként elfogadott alapképzési szakok:** anyagmérnöki, energetikai mérnöki, építőmérnöki, gépészmérnöki, ipari termék- és formatervező mérnöki, járműmérnöki, mechatronikai mérnöki, mezőgazdasági és élelmiszeripari gépészmérnöki, vegyészmérnöki, villamosmérnöki.
 - b) A felvétel feltételeként elfogadott mesterképzési szakok:** anyagmérnöki, energetikai mérnöki, épületgépészeti és eljárás technikai gépészmérnöki, gépészmérnöki, gépészeti modellezés, ipari terméktervező mérnöki, járműmérnöki, kohómérnöki, mechatronikai mérnöki, olaj- és gázmérnöki, vegyészmérnöki, villamosmérnöki.
- 5. A képzési idő félévekben meghatározva:** 2 félév
- 6. A szakképzettség megszerzéséhez összegyűjtendő kreditek száma:** 60 kredit
- 7. A képzés célja és a szakmai kompetenciák (tudás, képesség, attitűd, autonómia és felelősség):**
 - 7.1. A képzés célja:** A képzés célja olyan szakmérnökök képzése, akik alapszintű ismeretekkel rendelkeznek az atomerőmű technológiai folyamatairól (reaktortechnológia, gépészeti technológiák, vízelőkészítés, villamos technológiák, irányítástechnika, környezet- és sugárvédelem), átlátják az atomerőmű fő technológiai rendszereit, az üzemeltetés folyamatát, tisztában vannak a nukleáris biztonság alapjaival és az atomerőmű egészséget és környezetet nem veszélyeztető, biztonságos működtetésével. A képzést elvégző szakmérnökök – az erőmű-specifikus ismeretek elsajátítása után – a felépülő új atomerőben alkalmasak lesznek atomerőművi technológiai folyamatok üzemeltetése során fellépő egyszerűbb feladatok megoldására, az atomerőmű üzemeltetéséhez kapcsolódó, az emberi egészségre és biztonságra kiható hatásmechanizmusok felismerésére, egyszerűbb, vezetési, irányítási, szervezési és hatósági feladatok ellátására. A képzést elvégző szakmérnökök felkészültek az egészen életen át tartó tanulásra, ismereteik bővítésére.

7.2. Szakmai kompetenciák:

7.2.1. Tudás

- a) Átfogóan ismeri az atomerőművi rendszerek és folyamatok, valamint az energiaátalakító gépek és technológiák alapvető működési elveit és módszereit.
- b) Ismeri az atomerőművekhez kötődő hőerőgépek és összetett energiaátalakító rendszerek működési elveit, lényeges szerkezeti egységeit.
- c) Ismeri az atomenergetikai szakterületen használatos alapvető mérési eljárásokat, azok eszközeit, műszereit, mérőberendezéseit.
- d) Átfogó ismeretekkel rendelkezik az atomreaktorban lejátszódó maghasadási és termohidraulikai folyamatokról.
- e) Ismeri az atomerőművi szakterülethez szervesen kapcsolódó, környezetvédelmi, minőségbiztosítási és jogi szakterületek alapjait, ezen ismeretek – atomerőművi üzemeltetéssel összefüggő – alkalmazási követelményeit.
- f) Átfogó ismeretekkel rendelkezik a reaktortechnikai és –fizikai folyamatok területén.
- g) Áttekintő ismeretekkel rendelkezik az atomenergetikában alkalmazott szerkezeti anyagokról.
- h) Ismeri az atomenergetikai minőségbiztosítás főbb elveit és módszereit.
- i) Ismeri a műszaki dokumentáció – atomerőmű specifikus – alapvető szabályait.
- j) Áttekintő ismeretekkel rendelkezik az atomerőművi vízüzemi technológia területén.
- k) Áttekintő ismeretekkel rendelkezik a karbantartástervezés területén.
- l) Átfogóan ismeri a nukleáris biztonsággal összefüggő folyamatokat és azok kezelési módját.

7.2.2. Képességek

- a) Képes az atomerőművi üzemeltetési szakterület legfontosabb terminológiáit, elméleteit, eljárásrendjét alkalmazni az azokkal összefüggő feladatok végrehajtásakor.
- b) Képes önálló tanulás és ismeretszerzés megtervezésére, megszervezésére és elvégzésére.
- c) Képes, az atomerőmű üzemeltetése során gyakran előforduló, rutin szakmai problémák azonosítására, azok megoldásához szükséges elvi és gyakorlati háttér feltárására, megfogalmazására és (standard műveletek gyakorlati alkalmazásával) megoldására.
- d) Alkalmazza az atomerőművi rendszerek és technológiák alapvető számítási, méretezési és modellezési elveit és módszereit.
- e) Képes értelmezni és jellemezni az atomerőművi rendszerek szerkezeti egységeinek, elemeinek felépítését, működését, az alkalmazott rendszerelemek kialakítását és kapcsolatát.
- f) Alkalmazza az atomerőművi rendszerek és folyamatok üzemeltetéséhez kapcsolódó műszaki, jogi és környezetvédelmi előírásokat.
- g) Irányítja és ellenőrzi az atomerőművi technológiai folyamatokat, a minőségbiztosítás és minőség szabályozás elemeit szem előtt tartva.
- h) Képes az egyszerűbb meghibásodások diagnosztizálására, az elhárítási, karbantartási műveletek kiválasztására.
- i) Alkalmazza a rendszertechnikai és folyamatszabályozási ismereteket az atomerőművi technológiai folyamatok területén.
- j) Egyes gyakorlati tevékenységek elvégzéséhez megfelelő kitartással és monotoniatűrővel rendelkezik.

7.2.3. Attitűd

- a) Alkalmazza az energia-, egészség- és környezettudatos tervezési és üzemeltetési elveket és módszereket.
- b) Elkötelezett a nukleáris biztonság iránt.
- c) Elkötelezett a biztonsági kultúra iránt.
- d) Törekszik arra, hogy önképzése az atomenergetikai szakterületen folyamatos és szakmai céljaival megegyező legyen.
- e) Feladatainak megoldását, vezetési döntéseit az irányító és irányított munkatársak véleményének megismerésével végzi, illetve hozza meg.

- f) Munkája során érvényesíti a hatékonyság, a fenntarthatóság, valamint a környezet- és egészségtudatosság követelményeit.
- g) Munkája során a vonatkozó nukleáris biztonsági, egészségvédelmi, környezetvédelmi, illetve a minőségbiztosítási és ellenőrzési követelményrendszereket betartja és betartatja.
- h) Nyitottan áll a szakmai fejlődést szolgáló továbbképzésekhez.
- i) Folyamatos önművelést és önfejlesztést, valamint egészségfejlesztést folytat, megszerzett ismeretét bővíti, szemléletét formálja.

7.2.4. Autonómia és felelősség

- a) Váratlan döntési helyzetekben is önállóan végzi az átfogó, megalapozó szakmai kérdések végiggondolását és adott források, utasítások alapján történő kidolgozását.
- b) Figyelemmel kíséri az atomerőművi üzemeltetési szakterülettel kapcsolatos jogszabályi és adminisztrációs változásokat.
- c) Munkahelyi vezetőjének útmutatása alapján irányítja a rábízott személyi állomány munkavégzését, felügyeli az atomerőművi technológiai rendszerek üzemeltetését.
- d) Vállalja a felelősséget az irányítása alatt zajló részfolyamatokért.
- e) Működési területén önállóan hoz szakmai döntéseket, melyeket felelősségteljesen képvisel.

8. A szakirányú továbbképzés szakmai jellemzői, a szakképzettséghez vezető szakterületek és azok kreditaránya, amelyből a szak felépül:

8.1. atomenergetikai alapismeretek: 18-24 kredit

(mag- és reaktorfizika, termohidraulika, nukleáris üzemanyagciklus)

8.2. atomerőművi technológiai és üzemeltetési ismeretek: 22-30 kredit

(atomerőművi gépészeti és villamos berendezések és folyamatok, anyagtechnológia és karbantartási ismeretek, atomerőművi vegyészeti ismeretek, környezet- és sugárvédelmi ismeretek, mérés és üzemeltetés)

8.3. nukleáris biztonsági ismeretek: 6-10 kredit

(nukleáris biztonság, nukleárisbaleset-elhárítás, hatósági eljárási ismeretek)

8.4. Szakdolgozat: 6 kredit

2. A SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉS SZEMÉLYI FELTÉTELEI

1. A szakirányú továbbképzés felelősei

Felelősök neve	Tudományos fokozat/cím	Munkakör	Munkaviszony típusa
Dr. Siménfalvi Zoltán	PhD	egy. docens	AT

A szakirányú továbbképzéshez az oktatók többségét a Budapesti Műszaki és gazdaságtudományi Egyetem Nukleáris Technikai Intézete (BME NTI) és Gépészmérnöki Kara (BME GPK) adja. Mivel több olyan tárgy is van, amelyek oktatásában a ME-n nincsen meg a megfelelő kompetencia, ezért ezekben az esetekben társegyetemek oktatóit vonjuk be a képzésbe. A BME mellett a képzésben a Dunaújvárosi Egyetem (DUE), a Pécsi Tudományegyetem (PTE), a Debreceni Egyetem (DE) és a Pannon Egyetem (PE) is közreműködik. Emellett egyes speciális területeken ipari illetve hatósági szakemberek is részt vesznek az oktatásban (MVM Paksi Atomerőmű ZRt. illetve OAH).

Tantárgy (csoport) neve	Oktató neve, munkahelye
Mag- és reaktorfizikai alapismeretek	Dr. Kis Dániel (BME NTI)
Atomerőművek I.	Dr. Bencs Péter (ME)
Atomerőművek II.	Dr. Bencs Péter (ME) Dr. Yamaji Bogdán (BME NTI) Boros Ildikó (BME NTI) Csige András (BME NTI)
Sugárvédelem és dozimetria	Dr. Paripás Béla (ME) Dr. Csige István (DE) Dr. Várhegyi András (PTE) Dr. Tóth-Bodrogi Edit (PE)
Nukleáris üzemanyagciklus	Dr. Szieberth Máté (BME NTI) Halász Máté (BME NTI)
Mérési gyakorlat	Dr. Paripás Béla (ME) Dr. Tóth-Bodrogi Edit (PE) Dr. Várhegyi András (PTE)
Nukleárisbaleset-elhárítás	Kovacsóczy László (PA)
Atomerőművek karbantartása és ellenőrzése	Dr. Siménfalvi Zoltán (ME) Dr. Trampus Péter (DUE)
Üzemtani alapismeretek	Dr. Czifrus Szabolcs (BME NTI)
Alapelvei szimulátoros gyakorlat (PC2 szimulátor)	Dr. Czifrus Szabolcs (BME NTI)
Nukleáris biztonság	Dr. Czifrus Szabolcs (BME NTI) Dr. Yamaji Bogdán (BME NTI) Boros Ildikó (BME NTI)
Minőségbiztosítás, dokumentumkezelés, munkaszervezés	Mátrai Zsolt (PA)

Nukleáris környezetvédelem alapjai	Dr. Kiss Endre (DUE) Prof. dr. Nagy Noémi (DE) Dr. Szűcs István (PTE) Dr. Várhegyi András (PTE)
Villamos hálózatok és irányítástechnikai berendezések	Dr. Szentannai Pál (BME GPK) Dr. Ladányi József (BME VET)
Hatósági szabályozás rendszere	Hullán Szabolcs (OAH)
Atomerőművi vegyészeti ismeretek	Dr. Mankovits Tamás (DE) Dr. Árpád István (DE) Dr. Kovács Tibor (PE) Dr. Tóth-Bodrogi Edit (PE)
Reaktorüzemeltetési gyakorlat	Csige András (BME NTI)
Atomerőmű-látogatás	Makai János (PA)
Szakdolgozat	Dr. Siménfalvi Zoltán (ME) (tárgyfelelős)

3. A SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉS KÉPZÉSI PROGRAMJA

A képzési és kimeneti követelmények alapján kidolgozott tanterv és tantárgyi programok

MINTATANTERV

1. félév

Tantárgykód	Tantárgy neve	Teljesítmény- értékelés típusa	Kontakt óra / félév	Otthoni munkaóra / félév	Kredit- szám	Tárgyfelelős neve	Tantárgy tantervi szerepe
	Mag- és reaktorfizikai alapismeretek	vizsga- érdemjegy	16 óra	104	6	Dr. Siménfalvi Zoltán ME Dr. Kis Dániel BME TTK	kötelező
	Atomerőművek I.	vizsga- érdemjegy	16 óra	104	6	Dr. Bencs Péter ME	kötelező
	Atomerőművek II.	vizsga- érdemjegy	18 óra	117	6	Dr. Bencs Péter ME Dr. Yamaji Bogdán BME TTK	kötelező
	Sugárvédelem és dozimetria	félévközi érdemjegy	12 óra	78	4	Dr. Paripás Béla ME Dr. Czifrus Szabolcs BME TTK / Dr. Csige István DE	kötelező
	Nukleáris üzemanyagciklus	félévközi érdemjegy	6 óra	39	2	Dr. Siménfalvi Zoltán ME Dr. Szieberth Máté BME TTK	kötelező
	Mérési gyakorlat	félévközi érdemjegy	8 óra	52	4	Dr. Paripás Béla ME Dr. Czifrus Szabolcs BME TTK /	kötelező

						Dr. Tóth-Bodrogi Edit PE	
	Nukleárisbaleset-elhárítás	félévközi érdemjegy	5 óra	33	2	Dr. Siménfalvi Zoltán ME Frányó István PA	kötelező
Összesen			81 óra	527 óra	30 kredit		

MINTATANTERV

2. félév

Tantárgykód	Tantárgy neve	Teljesítmény- értékelés típusa	Kontakt óra / félév	Otthoni munkaóra / félév	Kredit- szám	Tárgyfelelős neve	Tantárgy tantervi szerepe
	Atomerőművek karbantartása és ellenőrzése	vizsga- érdemjegy	10 óra	65	3	Dr. Siménfalvi Zoltán ME Dr. Trampus Péter Dr. Trampus Péter DUE	kötelező
	Üzemtani alapismeretek	félévközi érdemjegy	10 óra	65	3	Dr. Siménfalvi Zoltán ME Dr. Czifrus Szabolcs BME TTK	kötelező
	Alapvető szimulátoros gyakorlat (PC2 szimulátor)	félévközi érdemjegy	4 óra	26	2	Dr. Siménfalvi Zoltán ME Dr. Czifrus Szabolcs BME TTK	kötelező
	Nukleáris biztonság	félévközi érdemjegy	8 óra	52	2	Dr. Siménfalvi Zoltán ME Dr. Czifrus Szabolcs BME TTK	kötelező

	Minőségbiztosítás, dokumentum-kezelés, munkaszervezés	félévközi érdemjegy	10 óra	65	2	Dr. Siménfalvi Zoltán ME Dr. Czifrus Szabolcs BME TTK / Frányó István PA	kötelező
	Nukleáris környezetvédelem alapjai	vizsga-érdemjegy	10 óra	65	2	Dr. Siménfalvi Zoltán ME Dr. Gresits Iván BME VBK / Dr. Szűcs István PTE	kötelező
	Villamos hálózatok és irányítástechnikai berendezések	vizsga-érdemjegy	10 óra	65	3	Dr. Siménfalvi Zoltán ME Dr. Ladányi József BME VET	kötelező
	Hatósági szabályozás rendszere	félévközi érdemjegy	5 óra	33	2	Dr. Siménfalvi Zoltán ME Dr. Czifrus Szabolcs BME TTK / Hullán Szabolcs OAH	kötelező
	Atomerőművi vegyszeti ismeretek	vizsga-érdemjegy	10 óra	65	3	Dr. Siménfalvi Zoltán ME Dr. Pátzay György BME VBK / Dr. Mankovits Tamás DE	kötelező
	Reaktorüzemeltetési gyakorlat	félévközi érdemjegy	4	26	2	Dr. Siménfalvi Zoltán ME Csige András	kötelező

						BME TTK	
	Atomerőmű látogatás	aláírás	-	-	0	Dr. Siménfalvi Zoltán ME Dr. Czifrus Szabolcs BME TTK / Frányó István PA	kötelező
	Szakdolgozat készítés	félévközi érdemjegy	0	100	6	Dr. Siménfalvi Zoltán ME	kötelező
Összesen			81 óra	627 óra	30 kredit		

A záróvizsga témakörei:

Záróvizsgára csak végbizonyítvány (mintatanterv szerinti 60 megszerzett kredit) és a témavezető által beadhatónak minősített szakdolgozat birtokában bocsátható a hallgató.

A záróvizsga két részből tevődik össze: szakdolgozat védés és záró tantárgyi vizsgák.

A szakdolgozat védés alkalmával a hallgató rövid, technikai eszközökkel támogatott előadás keretében mutatja be és védi meg szakdolgozat eredményeit. A szakdolgozat osztályzatát a témavezető és a bíráló által javasolt jegy alapján, de a hallgató szóbeli teljesítményét is figyelembe véve a záróvizsga bizottság állapítja meg.

A záró tantárgyi vizsga három, előzetesen megválasztott záróvizsga tantárgy ismeretanyagából tételszerű kérdésre adott szóbeli felelet. A záróvizsga tantárgyak egyike atomenergetikai alapismeretek, a másik atomerőművi technológiai és üzemeltetési ismeretek, a harmadik pedig nukleáris biztonsági ismeretek tárgykörből választható.

A záróvizsga eredménye (ZVE) a szakdolgozatra adott osztályzat (D) és a tan-tárgyi vizsgák érdemjegyei számtani átlaga (ZT) súlyozott átlaga, az alábbi összefüggés szerint:

$$ZVE = 0,5 * D + 0,5 * ZT$$

A sikertelen záróvizsga eredménye nulla.

Sikeres záróvizsga esetén az oklevéleredmény (OE) két tizedesjegyre számolt értéke a szakdolgozat osztályzat, a tantárgyi vizsgák érdemjegyei számtani átlaga és a teljes tanulmányi időszakra számított halmozott súlyozott tanulmányi átlag (STÁ) alábbi összefüggésében számítható:

$$OE = 0,3 * D + 0,2 * ZT + 0,5 * STÁ$$

4. AZ ÉRTÉKELÉSI ÉS ELLENŐRZÉSI MÓDSZEREK, ELJÁRÁSOK:

Általános szabályok

Az értékelési és ellenőrzési módszerek általános érvényű szabályait felsőbb kari és egyetemi szabályozás határozza meg. Az alábbiakban az érvényes szabályozás releváns részei kerülnek bemutatásra.

Óralátogatás

A gyakorlati órákon való részvétel kötelező, maximum 30% hiányzás megengedett.

Félévközi teljesítmény

A félévközi jegyek megállapításának szabályai, valamint vizsgával záruló tantárgy esetén az aláírás megszerzésének feltételei a tantárgyi követelményekben kerültek meghatározásra.

A dolgozatokat, illetve a beadandó feladatokat a tantárgy előadója javítja, minősíti.

Tantárgyi vizsgák

A vizsgával záruló tantárgyak esetén a vizsgára bocsátás feltétele az aláírás, a vizsgajegy kialakításának szabályait a tantárgyi követelmények rögzítik.

Szakedolgozat

A hallgató a szakdolgozat készítése során összegzi a képzésben tanult ismeret-anyagokat és önállóan alkalmazza egy atomerőművi üzemeltetési szakmérnök képzettségnek megfelelő alkotó jellegű, elméleti megalapozottságú, szakiroda-lomra építő, tudományos eszköztárt és gyakorlati megközelítést alkalmazó szakmai feladatra.

A szakdolgozatot (tanszéki) témavezető irányítása és (külső, ipari) konzulens szakmai kontrollja mellett dolgozható ki. A témavezető nyilatkozik a dolgozat beadhatóságáról és bírálatra bocsáthatóságáról, emellett a Tanulmányi Rend-szerben szereplő tantárgyra a hallgató féléves munkája alapján osztályzatot ad. A témavezető javaslatot tesz a szakdolgozat minősítésére. A független, szakterületi gyakorlattal rendelkező, a képzés felvételi feltételeinek megfelelő bíráló értékeli a szakdolgozatot és javaslatot tesz a szakdolgozat minősítésére.

Korábban szerzett ismeretek, gyakorlatok beszámítási rendje:

A nemzeti felsőoktatásról szóló 2011. évi CCIV. törvény 49. § (6) bekezdése és a hatályos egyetemi szabályozás szerint.

A képzés tárgyi feltételei (a szak indításához rendelkezésre álló infrastruktúra)

A Miskolci Egyetem laboratóriumi hátterén túl a BME Nukleáris Technikai Intézet használatában lévő laboratóriumok és oktatási eszközök, továbbá a BME Oktatóreaktora képezi a képzés tárgyi feltételeit.

A képzési és kimeneti követelmények alapján kidolgozott tantárgyi programok

Tantárgy neve: Mag- és reaktorfizikai alapismeretek	Tantárgyhoz rendelt kredit: 6
A tantárgy felvételére javasolt félév: 1	Számonkérés módja: Koll
Tantárgy féléves óraszámja Elmélet: 16 Gyakorlat: 0 Otthoni munkaóra: 104	

Tantárgy tartalma:

Az alapállapotú atommag legfontosabb tulajdonságai: magsugár, magsűrűség, tömeg, kötési energia.

A kötési energia értelmezése a cseppmodellen keresztül, az atom-mag stabilitásának vizsgálata, ez alapján a radioaktív bomlások jellemzése (felezési idő, aktivitás, bomlástörvény).

Bomlási sorok jellegzetességei, természetes bomlási sorok jellemzése. A magreakciók általános tulajdonságainak ismertetése, reakciómechanizmusok bemutatása, a neutron által kiváltott magreakciók jellemzése, hatáskeresztmetszetek és a reakciósebesség bevezetése.

A maghasadás cseppmodellel történő leírása, jellegzetességeinek ismertetése.

A maghasadáson alapuló láncreakció alapvető leírása, a neutron-háztartás bemutatása.

Az effektív sokszorozási tényező bevezetése és a kritikusság definiálása.

A négyfaktor és hatfaktor formula felépítése, kritikus tömeg értelmezése.

A láncreakció időfüggésének jellegzetességei, a szabályozhatóság kérdése, reaktivitás.

Heterogén reaktorok tulajdonságai és a reaktivitástényezők.

A kiégés alapjai

Tantárgy célja

A féléves munka során a hallgatók ismereteket szereznek az alábbi témakörökben:

Mag- és reaktorfizikai alapismeretek

A hallgatók a kontaktórákon és az otthoni egyéni felkészülés során a fenti témakörökben elsajátított ismeretek feldolgozásával mélyítik el szaktudásukat, és fejlesztik képességeiket

Fejlesztendő kompetenciák

T1-2, K1, A1-2, Ö1

Kötelező és ajánlott irodalom:

hazai és nemzetközi szakirodalom, szócikkek

Tantárgy neve: Atomerőművek I	Tantárgyhoz rendelt kredit: 6
A tantárgy felvételére javasolt félév: 1	Számonkérés módja: Koll
Tantárgy féléves óraszámja Elmélet: 16 Gyakorlat: 0	

Tantárgy tartalma:

Energetikai és erőművi bevezetés

1. Körfolyamat elemzés és veszteségfeltárás (RANKINE-CLAUSIUS és egyenértékű CARNOT-körfolyamat; termodinamikai szemléletmódok bemutatása: előnyök, hátrányok, CARNOT-körfolyamat valós expanzióval; irreverzibilitási mutató)
2. Erőmű strukturális felépítése, az energiaátalakítás folyamata (alrendszerek, blokkdiagram, mennyiségi-, minőségi veszteségek, SANKEY-diagram, eredő hatásfok (8-éta formula, önfogyasztás)
3. Az erőművi energiaátalakítás során fellépő minőségi veszteségek bemutatása

A hatásfoknövelés módszerei

4. Frissgőznyomás növelésének hatása a reverzibilis telítettgőzös körfolyamatra (részhatásfokok, termikus-, gazdasági optimumok/korlátok, tipikus alkalmazási tartományok)
5. Kondenzációs hőmérséklet csökkentésének hatása a reverzibilis a reverzibilis telítettgőzös körfolyamatra (részhatásfokok, termikus-, gazdasági optimumok/korlátok, tipikus alkalmazási tartományok – határvákuum)

Nyomottvízes atomerőművi körfolyamat sajátosságai

6. A nyomottvízes atomerőmű sajátos technológiai rendszerei (primer és szekunder kör), azok elhatárolása és technológiai együttműködése
7. Gőzfejlesztés a nyomottvízes atomerőműben
8. Újrahevítés alkalmazása nyomottvízes atomerőművekben (kapcsolás, T-s diagram, alkalmazás oka/célja, hatásainak vizsgálata, mechanikus gőzszárítás)

Tápvíz-előmelegítés alapfogalmai

9. Tápvíz-előmelegítés elmélete, alapfogalmai. Az ideális előmelegítés.
10. Nem ideális előmelegítés telítettgőzös atomerőművi gőzkörfolyamatban

Tápvíz-előmelegítő rendszer kialakítása

11. Alapvető strukturális felépítés, a táp-víz-előmelegítő rendszer kialakításának alapelvei, a nyomottvizes atomerőművi körfolyamatban alkalmazható megoldások (keverő/felületi, előrekeverés, kaszkád, vegyes, értékelés: termikus „jószág” / üzembiztosság)
12. Optimális fokozatszám, fokozatbeosztás és felületnagyság meghatározásának elvei, atomerőművi sajátosságok érvényesítése
13. Nagynyomású tápvíz-előmelegítő-rendszer felépítése (segéd-előmelegítő típusok, alkalmazásának oka, főáramkörű/mellékáramkörű kapcsolások, előny – hátrány)

Termikus gáztalanítás

14. Termikus gáztalanítás (cél, alacsony/magas nyomású, állandó/változó nyomású, tápszivattyú és táptartály összekapcsolása, a tápszivattyú hajtásának lehetőségei)

Erőművek üzeme

15. Alapvető terhelésváltoztatási módszerek (teljesítményszabályozás) az atomerőművi körfolyamatban és ennek hatása a körfolyamat jellemzőire

Tantárgy célja

A féléves munka során a hallgatók ismereteket szereznek az alábbi témakörökben:

Energetikai és atomerőművi alapismeretek

A hallgatók a kontaktórákon és az otthoni egyéni felkészülés során a fenti témakörökben elsajátított ismeretek feldolgozásával mélyítik el szaktudásukat, és fejlesztik képességeiket.

Fejlesztendő kompetenciák

T1-2, K1-6, A1-3, Ö1-5

Kötelező és ajánlott irodalom:

Büki Gergely: Erőművek. Műegyetemi Kiadó. 2004 ISBN 963 420 788 X

Elektronikus jegyzet: [ftp://ftp.energia.bme.hu/pub/eromuvek_\(BSc\)/jegyzet/ER-Teljes_2008.pdf](ftp://ftp.energia.bme.hu/pub/eromuvek_(BSc)/jegyzet/ER-Teljes_2008.pdf)

Tantárgy neve: Atomerőművek II.	Tantárgyhoz rendelt kredit: 6
A tantárgy felvételére javasolt félév: 1	Számonkérés módja: Koll
Tantárgy féléves óraszám Elmélet: 18 Gyakorlat: 0	

Tantárgy tartalma:

Atomreaktorok felépítése, a láncreakció gyakorlati megvalósítása. Termohidraulikai alapok: hőfejlődés, hőmérsékleti viszonyok az üzemanyagpálcában. Remanens hőfejlődés, hő elszállítása az üzemanyagból. Teljesítménysűrűség térbeli eloszlása az aktív zónában. A gyakorlatban alkalmazott üzemanyagok, moderátor- és hűtőközegek, neutronabszorbens anyagok bemutatása.

Atomerőművek fő típusai: forralóvizes (BWR), nyomottvizes (PWR), nyomott csöves nehézvizes (CANDU) és grafit moderátoros (RBMK) reaktortípusok bemutatása. Reaktorgenerációk: atom-erőművek múltja, jelene és jövője. A 3. generációs atomerőművek fő jellemzői és típusai. Fő 3. generációs reaktortípusok (EPR, AP1000, VVER-1200). Az atomenergetika szerepe és várható jövője a villamosenergia-ellátásban.

Nyomottvizes atomerőművek fő rendszerei. Primer körü főberendezések: reaktor (üzemanyag, szabályozó rudak, reaktortartály és annak belső szerkezeti elemei), térfogatkompenzátor, stb. Szekunder körü főberendezések: gőzfejlesztő, turbina, kondenzátor.

Atomerőművek hűtése: kondenzátor- és biztonsági hűtővízrendszerek. Végső hőnyelők lehetséges típusai. Frissvizes és hűtőtornyos hűtés összehasonlítása.

Konténmentek: konténment épületek funkciói, fő rendszerei. konténment átvezetések. Fontosabb konténment típusok. Konténment meghibásodási folyamatok. Konténment-hűtési és olvadékcspada koncepciók, konténment szűrt leeresztés.

Üzemzavari hűtőrendszerek (üzemzavari zóna- és konténment hő-elvonó rendszerek) és súlyosbaleset-kezelési rendszerek korszerű atomerőművekben.

Tantárgy célja

A féléves munka során a hallgatók ismereteket szereznek az alábbi témakörökben:

Energetikai és atomerőművi alapismeretek

A hallgatók a kontaktórákon és az otthoni egyéni felkészülés során a fenti témakörökben elsajátított ismeretek feldolgozásával mélyítik el szaktudásukat, és fejlesztik képességeiket.

Fejlesztendő kompetenciák

T1-3, K1-5, A1-3, Ö1-2

Kötelező és ajánlott irodalom:

Dr. Csom Gyula: Atomerőművek üzemtana, Műegyetemi Kiadó

Tantárgy neve: Sugárvédelem és dozimetria	Tantárgyhoz rendelt kredit: 4
A tantárgy felvételére javasolt félév: 1	Számonkérés módja: gyj
Tantárgy féléves óraszámja Elmélet: 12 Gyakorlat: 0	

Tantárgy tartalma:

A sugárvédelem tárgya, történeti fejlődésének rövid áttekintése. Az ionizáló sugárzások fajtái, jellemzésük, előfordulásuk. Az ionizáló sugárzások kölcsönhatása az anyaggal, fizikai, kémiai, biokémiai és élettani hatások, a determinisztikus és a sztochasztikus hatások kialakulása. A sugárvédelemben használatos dóziszfogalmak, a dózis-hatás összefüggések. A sugárzás hatását módosító tényezők. Az ionizáló sugárzások forrásai, természetes és mesterséges eredetű sugárzások. Az ionizáló sugárzások detektálásának, mérésének módszerei, a sugárzási tér, a besugárzási útvonalak és a dózisok becslésének módszerei. Az atomerőművekben keletkező radioaktív hulladékok kezelése, tárolása, a radioaktív szennyező-anyagok kibocsátásának ellenőrzése. A sugárvédelem célja, alapelvei (indoklás, korlátozás, optimalás). A sugárvédelem gyakorlata, nemzetközi szervezetek ajánlásai, az uniós és a nemzeti jogszabályi környezet. A sugárvédelmi tervezés, engedélyezés, ellenőrzés gyakorlata.

Tantárgy célja

A féléves munka során a hallgatók ismereteket szereznek az alábbi témakörökben:

Sugárvédelmi és dozimetriai alapismeretek

A hallgatók a kontaktórákon és az otthoni egyéni felkészülés során a fenti témakörökben elsajátított ismeretek feldolgozásával mélyítik el szaktudásukat, és fejlesztik képességeiket.

Fejlesztendő kompetenciák

T1-3, K1-4, A1-3, Ö1-3

Kötelező és ajánlott irodalom:

hazai és nemzetközi szakirodalom, szakcikkek

Tantárgy neve: Nukleáris üzemanyagciklus	Tantárgyhoz rendelt kredit: 2
A tantárgy felvételére javasolt félév: 1	Számonkérés módja: gyj
Tantárgy féléves óraszámja Elmélet: 6 Gyakorlat: 0	

Tantárgy tartalma:

Bevezetés, történeti visszatekintés. A nukleáris üzemanyagciklus felépítése. Uránforrások és készletek. Az uránérccek bányászata és feldolgozása. Izotópdúsítási technológiák. Fűtőelem-gyártás. Az atomerőművek üzemanyag-hasznosítási jellemzői. Termikus reaktorral szerelt atomerőművek. Gyorsreaktorral szerelt atomerőmű-vek. Üzemanyag-viselkedés a kiégés során, fűtőelem-meghibásodások és kimutatásuk. A kiégett üzemanyag jellemzői, kezelése és elhelyezése. Reprocessálási technológiák. Transzmutációs technológiák. Kiégett üzemanyag kezelésének biztonsági kérdései. Lehetséges nukleáris üzemanyagciklusok: nyitott üzem-anyagciklus, nyitott üzemanyagciklus MOX visszaforgatással, zárt üzemanyagciklus, kétrétegű zárt üzemanyagciklus. Atomerőmű-rendszerek üzemanyag-gazdálkodási jellemzői.

Tantárgy célja

A féléves munka során a hallgatók ismereteket szereznek az alábbi témakörökben:

Nukleáris üzemanyagciklus alapjai

A hallgatók a kontaktórákon és az otthoni egyéni felkészülés során a fenti témakörökben elsajátított ismeretek feldolgozásával mélyítik el szaktudásukat, és fejlesztik képességeiket.

Fejlesztendő kompetenciák

T1-2, K1-3, A1-5, Ö1-2

Kötelező és ajánlott irodalom:

hazai és nemzetközi szakirodalom, szakcikkek

Tantárgy neve: Mérési gyakorlat	Tantárgyhoz rendelt kredit: 4
A tantárgy felvételére javasolt félév: 1	Számonkérés módja: gyj
Tantárgy féléves óraszámja Elmélet: 0 Gyakorlat: 8	

Tantárgy tartalma:

Elméleti háttér:

Alfa-, béta-, gamma- és neutronsugárzás kölcsönhatása az anyaggal. Detektorok osztályozása, az osztályozás szempontjai, intenzitásmérés, dózismérés, energiaanalízis.

Gázionizációs detektorok működésének alapfolyamati, ionizáció, gerjesztés, diffúzió, rekombináció. A gázionizációs detektorok szerkezeti elemeivel szemben támasztott követelmények. Ionizációs kamra, proporcionális számlálók működési elve és gyakorlati alkalmazási lehetőségeik. Geiger-Müller számlálócső működése és gyakorlati alkalmazási lehetőségei.

A scintilláció mechanizmusa, scintillációs detektorok felépítése. A fotoelektronsokszorozó működése. A scintillátorok jellemzői. Szervetlen scintillációs kristályok szerves scintillátorok, folyadékszcintillátorok. Alfa-, béta-, gamma-, neutron sugárzás detektálása scintillációs detektorokkal. Alkalmazási lehetőségek.

Félvezető detektorok működésének alapelvei, félvezető anyagok jellemzése. Félvezető detektorok fajtái és ezek jellemzése (felületi záróréteges, felületi diffúziós, belső diffúziós, nagy tisztaságú fél-vezető detektorok). Félvezető detektorok tulajdonságainak össze-foglalása. Alkalmazási lehetőségek.

Mérési eredmények kiértékelése. Energiaspektrumok dekomponálása, hibaszámítás.

Elektronikus mérőműszerek; erősítők, számlálók, ratemeter. Dozimetriai célú mérőeszközök

Egycsatornás - sokcsatornás energiaanalizátor.

Gyakorlat:

- GM-cső karakterisztikája
- Abszolút béta-aktivitás meghatározása
- Környezeti gamma dózisteljesítmény mérése
- Gamma-sugárzás abszorpciója (CT), vastagságmérés
- Gamma spektrometria (mérés scintillációs, félvezető detektoros gamma-spektrométerrel – talaj, építőipari alapanyagok,...)

- Alfa-spektrometria, alfa-hatótávolság

Tantárgy célja

A féléves munka során a hallgatók ismereteket szereznek az alábbi témakörökben:

Nukleáris mérések alapjai

A hallgatók a kontaktórákon és az otthoni egyéni felkészülés során a fenti témakörökben elsajátított ismeretek feldolgozásával mélyítik el szaktudásukat, és fejlesztik képességeiket.

Fejlesztendő kompetenciák

T1, K1-2, A1-5, Ö1-5

Kötelező és ajánlott irodalom:

hazai és nemzetközi szakirodalom, szakkikkek

Tantárgy neve: Nukleárisbaleset-elhárítás	Tantárgyhoz rendelt kredit: 2
A tantárgy felvételére javasolt félév: 1	Számonkérés módja: gyj
Tantárgy féléves óraszámja Elmélet: 5 Gyakorlat: 0	

Tantárgy tartalma:

A nukleárisbaleset-elhárítás alapjai. Veszélyhelyzeti tervezési kategóriák. On-site és off-site baleset-elhárítás. Lakosságvédelmi intézkedések, beavatkozási szintek. Az Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Rendszer (ONER) felépítése. Balesetelhárítási intézkedési tervek, az OBEIT felépítése (Országos Balesetelhárítási intézkedési Terv). A nemzetközi nukleáris eseményskála (INES). Lakossági tájékoztatás veszélyhelyzetben.

Tantárgy célja

A féléves munka során a hallgatók ismereteket szereznek az alábbi témakörökben:

Nukleárisbaleset-elhárítási alapismeretek

A hallgatók a kontaktórákon és az otthoni egyéni felkészülés során a fenti témakörökben elsajátított ismeretek feldolgozásával mélyítik el szaktudásukat, és fejlesztik képességeiket.

Fejlesztendő kompetenciák

T1-2, K1-3, A1-4, Ö1-5

Kötelező és ajánlott irodalom:

hazai és nemzetközi szakirodalom, szakkikkek

Tantárgy neve: Atomerőművek karbantartása és ellenőrzése	Tantárgyhoz rendelt kredit: 3
A tantárgy felvételére javasolt félév: 2	Számonkérés módja: koll
Tantárgy féléves óraszámja Elmélet: 10 Gyakorlat: 0	

Tantárgy tartalma:

Aktív és passzív berendezések, csővezetékek, szerkezetek és rend-szerek. Funkcionális és szerkezeti integritás fogalma. Az aktív és passzív biztonsági funkció teljesítésének biztosítása: karbantartás, ellenőrzés.

Csővezetéki elemek (csőszakaszok, csőtartók, szerelvények stb.) tervezési szempontjai, kiválasztási alapelvei.

A karbantartás célja, elemei. A karbantartási stratégia fejlődési folyamata. Az egyes karbantartási stratégiák jellemzői (javító karban-tartás, megelőző karbantartás, állapotfüggő karbantartás, megbízhatóság központú karbantartás, kockázati szempontokat figyelem-be vevő karbantartás).
Karbantartást követő próba.

A karbantartás szervezése és végrehajtása.

A karbantartási tevékenység értékelése. Karbantartás hatékonyság monitorozás.

Az időszakos ellenőrzés célja, követelményei, a járatos szabványok.

A vizsgálati helyek, a vizsgálati terjedelem, az egymást követő idő-szakos ellenőrzések időpontjának kijelölése.

Az alkalmazott roncsolásmentes vizsgálati eljárások (fizikai elv, lehetőségek. korlátok, alkalmazási területek).

Az időszakos ellenőrzés hatékonysága (roncsolásmentes vizsgálatok teljesítőképessége, kockázati szempontokat figyelembevétele).

Roncsolásmentes vizsgáló rendszerek minősítése.

Időszakos nyomás és tömörségi próba

Tantárgy célja

A féléves munka során a hallgatók ismereteket szereznek az alábbi témakörökben:

Atomerőművi karbantartási és ellenőrzési alapismeretek

A hallgatók a kontaktórákon és az otthoni egyéni felkészülés során a fenti témakörökben elsajátított ismeretek feldolgozásával mélyítik el szaktudásukat, és fejlesztik képességeiket.

Fejlesztendő kompetenciák

T1-6, K1-5, A1-4, Ö1-3

Kötelező és ajánlott irodalom:

hazai és nemzetközi szakirodalom, szakkikkek

Tantárgy neve: Üzemtani alapismeretek	Tantárgyhoz rendelt kredit: 3
A tantárgy felvételére javasolt félév: 2	Számonkérés módja: gyj
Tantárgy féléves óraszám Elmélet: 10 Gyakorlat: 0	

Tantárgy tartalma:

Inherens biztonság és annak kapcsolata az alulmoderáltsággal. Egyszerű, a négyfaktor-formulából kiinduló reaktorfizikai megfontolások segítségével a hallgatók megértik, hogy mi a kapcsolat egy erőművi reaktorban lévő moderátor hőmérséklete, bórsavkoncentrációja és az alul-felülmoderáltság állapota között.

Reaktivitástényezők. Definiáljuk a moderátor és az üzemanyag hő-foktényezőjét, az utóbbit a rezonancia-vonalak kiszélesedéséhez kapcsolva. Bemutatjuk az izotermikus és a teljesítménytényező fogalmát, alapvető mérési módszerét.

Xenon-mérgezettség. A hallgatók megértik a xenon-135-nek, mint reaktorméregnek az időbeli viselkedését, a reaktor üzemeltetésére való hatását (reaktor-indulás, leállítás, teljesítményváltoztatás). Kitérünk a térbeli xenon-lengés jelenségére.

Zónamonitorozás. Bemutatjuk az in- és excore detektorrendszerek legfontosabb jellemzőit, az alkalmazott detektortípusokat.

Reaktor szabályozása. A hallgatók megtanulják a szabályozórudak-kal/kazettákkal és a bórsavval történő szabályozás fő jellemzőit, különbségeit.

Fűtőelemek viselkedése. Bemutatjuk, hogy a fűtőelemekben lévő üzemanyag-pasztillák, illetve azok burkolata hogyan változik a reaktorban töltött életük során. Kitérünk a normál üzemi sérülésekre és azok detektálására.

Tantárgy célja

A féléves munka során a hallgatók ismereteket szereznek az alábbi témakörökben:

Üzemtani alapismeretek

A hallgatók a kontaktórákon és az otthoni egyéni felkészülés során a fenti témakörökben elsajátított ismeretek feldolgozásával mélyítik el szaktudásukat, és fejlesztik képességeiket.

Fejlesztendő kompetenciák

T1-4, K1-3, A1-4, Ö1-3

Kötelező és ajánlott irodalom:

hazai és nemzetközi szakirodalom, szakcikkek

Tantárgy neve: Alapvető szimulációs gyakorlat (PC2 szimulátor)	Tantárgyhoz rendelt kredit: 2
A tantárgy felvételére javasolt félév: 2	Számonkérés módja: gyj
Tantárgy féléves óraszámja Elmélet: 0 Gyakorlat: 4	

Tantárgy tartalma:

A PC2 alapvető szimulátor elsősorban nyomottvízes atomerőművek működésének általános alapvető oktatására, nem pedig egy konkrét atomerőmű-típus működésének szimulálására szolgál.

A nyomott vízes atomerőművek primer körére jellemző általános folyamatokat és konstrukciós elveket a VVER-440 típusú atomerőmű példáján keresztül mutatja be. A PC2 szimulációs modelljébe a fő primerköri berendezések és szabályozó rendszerek tartoznak.

A gyakorlat során a hallgatók megismerik a fő primerköri berendezések működését, egymásra hatását, illetve a fontosabb szabályozó folyamatokat.

Mérési gyakorlat témái:

- Reaktor önszabályozó képességének vizsgálata teljesítmény-változtatáskor
- Teljesítményváltozás különböző reaktivitás-tényezők ese-tén.

Tantárgy célja

A féléves munka során a hallgatók ismereteket szereznek az alábbi témakörökben:

Reaktor üzemeltetési alapismeretek

A hallgatók a kontaktórákon és az otthoni egyéni felkészülés során a fenti témakörökben elsajátított ismeretek feldolgozásával mélyítik el szaktudásukat, és fejlesztik képességeiket.

Fejlesztendő kompetenciák

T1-4, K1-3, A1-4, Ö1-3

Kötelező és ajánlott irodalom:

hazai és nemzetközi szakirodalom, szakcikkek

Tantárgy neve: Nukleáris biztonság	Tantárgyhoz rendelt kredit: 2
A tantárgy felvételére javasolt félév: 2	Számonkérés módja: gyj
Tantárgy féléves óraszámja Elmélet: 8 Gyakorlat: 0	

Tantárgy tartalma:

Atomerőművek speciális kockázatai. Biztonsági funkciók. A mély-ségi védelem elve, mérnöki gátak. Atomerőművi üzemállapotok. Tervezési követelmények.

Tervezési üzemzavarok. Hűtőközeg-vesztéses üzemzavarok, nagy LOCA lezajlása nyomottvizes atomerőművekben.

Súlyos baleseti folyamatok. Üzemanyag viselkedése súlyos baleseti folyamatok során. In-vessel fázis (üzemanyag sérülés és olvadás, zóna relokáció, hidrogén keletkezés, gőzrobbanás, stb.). Tartálysérülés. Ex-vessel fázis és annak kezelése. Hidrogénrobbanás, illetve annak megelőzése. Zónaolvadék-beton reakciók. Zónaolvadék-csapdák.

Biztonsági elemzések. Determinisztikus biztonsági elemzések. Posztulált kezdeti események. Szűrési és elfogadási kritériumok. Valószínűségi alapú biztonsági elemzések.

Fontosabb üzemzavarok, balesetek lezajlása, környezeti és egészségügyi következményei és tanulságai. Three Mile Island (1979), Csernobil (1986), Fukushima (2011). A paksi atomerőmű 2003-as üzemzavara. Biztonsági kultúra.

Tantárgy célja

A féléves munka során a hallgatók ismereteket szereznek az alábbi témakörökben:

Nukleáris biztonsági alapismeretek

A hallgatók a kontaktórákon és az otthoni egyéni felkészülés során a fenti témakörökben elsajátított ismeretek feldolgozásával mélyítik el szaktudásukat, és fejlesztik képességeiket.

Fejlesztendő kompetenciák

T1-2, K1-3, A1-3, Ö1-3

Kötelező és ajánlott irodalom:

hazai és nemzetközi szakirodalom, szakkikkek

Tantárgy neve: Minőségbiztosítás, dokumentum-kezelés, munkaszervezés	Tantárgyhoz rendelt kredit: 2
A tantárgy felvételére javasolt félév: 2	Számonkérés módja: gyj
Tantárgy féléves óraszámja Elmélet: 10 Gyakorlat: 0	

Tantárgy tartalma:

Atomerőművek minőségbiztosítása. Minőségirányítási rendszerek. Minőségbiztosítás és nukleáris biztonság kapcsolata.

Dokumentum-kezelés atomerőművekben. Engedélyezési dokumentáció kezelése. Műszaki dokumentáció változáskezelése.

humánerőforrás-kezelés, munkaszervezés.

Tantárgy célja

A féléves munka során a hallgatók ismereteket szereznek az alábbi témakörökben:

Atomerőművi minőségbiztosítási, dokumentumkezelési és munkaszervezési alapismeretek

A hallgatók a kontaktórákon és az otthoni egyéni felkészülés során a fenti témakörökben elsajátított ismeretek feldolgozásával mélyítik el szaktudásukat, és fejlesztik képességeiket.

Fejlesztendő kompetenciák

T1-3, K1-3, A1-3, Ö1-3

Kötelező és ajánlott irodalom:

hazai és nemzetközi szakirodalom, szakkikkek

Tantárgy neve: Nukleáris környezetvédelem alapjai	Tantárgyhoz rendelt kredit: 2
A tantárgy felvételére javasolt félév: 2	Számonkérés módja: koll
Tantárgy féléves óraszám Elmélet: 10 Gyakorlat: 0	

Tantárgy tartalma:

Általános környezetvédelmi ismeretek

- Globális és lokális környezeti problémák, globális felmelegedés, savas eső, az ózonréteg elvékonyodása, mint a levegő legfontosabb változásainak összefoglalása, a víz szennyeződése, hulladéktermelés és ártalmatlanítás problémái, talaj romlása.
- Globális felmelegedés (az emberi tevékenység hatása, a fosszilis tüzelőanyagok felhasználása és a globális felmelegedés).
- Savas eső, a kéndioxid és a nitrogénoxidok, valamint a klór kibocsátása, és annak következményei.
- Ózonréteg elvékonyodása, és az azt okozó anyagok kibocsátása, az ellenintézkedések összefoglalása.
- Az energiatermelés és a globális környezeti problémák összefüggése, fosszilis-biomassza-nem fosszilis energiaforrások, globális felmelegedés.
- Az ipari- társadalmi válasz a környezetszennyezésre, környezetmenedzsment és életciklus elemzés.

Radioaktív izotópok a környezetben, a kémiai formák szerepe

- A környezetben előforduló radionuklidok (természetes és mesterséges), keletkezésük módjai, a természetes és mesterséges dózisok aránya.
- Radionuklidok előfordulása és körforgása a különböző szférákban (atmo-, hidro-, lito- és bioszféra).
- A radioaktív izotópok kémiai formáit meghatározó tényezők, azok szerepe a radionuklidok kölcsönhatásai során, különös tekintettel a radioaktív hulladékok földalatti elhelyezésére.
- Radionuklidok szorpciója, deszorpciója és kimosódása a földtani képződményekben és a nukleáris hulladékok tárolásakor használt mérnöki gátakon.

- Radionuklidok migrációja.

A nukleáris környezetvédelmi alapismeretek

- Nukleáris környezetünk tér- és időbeli léptékei, főbb kozmológiai és részecskefizikai elemei. Nukleáris környezetünk földi dimenziói, kutatásának meghatározó irányai és eredményei. Nukleáris ipari környezetünk, főbb globális és lokális környezetvédelmi kihívásai, környezetinformatikai leképezésének módszertani alap-elemei.
- A nukleáris célokat szolgáló épített környezet főbb elemei. A nukleáris termék-életciklus épített objektumai; tervezésük, létesítésük, működtetésük és felhagyásuk környezetvédelmi alapjai. A nukleáris létesítményekhez kapcsolódó környezeti szennyezés jellemzői.
- A nukleáris ipar termék-életciklus fázisai, jellemzői és környezetvédelmi kihívásai. A radioaktív hulladékok keletkezésének, kezelésének és elhelyezésének társadalmi, környezeti és etikai vonatkozásai. A radioaktív hulladékok forrásai és kategorizálása. Természeti eredetű-, kutatási-, orvosi-, ipari-, hadászati radioaktív hulladékok. Természeti analógiák. A nemzetközi és hazai jogi és szabályozási környezet, biztonsági alapelvek, finanszírozási és szervezeti keretek.

A nukleáris ipar hulladékkezelési kihívásai

- A nukleáris létesítmények üzemeléséhez és leszereléséhez kapcsolódó hulladékformák és szennyezett területek jellemzői és vizsgálatának gyakorlata. A radioaktív hulladékkezelés környezetvédelmi alapelvei. Biztonság, fenntartható fejlődés, környezeti hatások, gazdasági megfontolások. Társadalmi érintettség, elfogadás, bizalom és garanciák.
- Kis és közepes aktivitású hulladékok kezelése és elhelyezése. Hulladékforrások, hulladékfeldolgozás. Az izotópok élettartama és az elhelyezés stratégiája. A hulladéktárulók szemben támasztott biztonsági követelmények és előírások. A radioaktív hulladéktároló kutatás stratégiája és alkalmazott módszerei. A biztonsági elemzés vezérelte kutatás alapelvei és gyakorlata. A hulladék-tárolók létesítési szabályozása, folyamata, hazai és nemzetközi gyakorlata.
- A kiegészítő nukleáris fűtőanyagok és nagy aktivitású hulladékok és/vagy hosszú élettartamú kezelése és elhelyezése. Kiegészítő fűtőanyagkészlet, kezelési stratégiák, feldolgozás és átmeneti tárolás. A végleges elhelyezés folyamata. A geológiai tárolók kialakításának hazai és nemzetközi stratégiái. Telephely kiválasztás és telephely-jellemzés. A föld alatti kutatólaboratórium (URL) kialakításának célja, feltételei és gyakorlata. A visszanyerhető elhelyezés elve és érvényesítése.
- Esettanulmány a radioaktív hulladéktároló kutatás hazai és nemzetközi gyakorlatából.

Nukleáris rekultiváció

- Az uránbányászat során keletkező szilárd hulladékok kezelése, a radiológiai hatások csökkentése, környezeti izoláció. Bányászati és ipari létesítmények sugármentesítése, rekultiválása. Folyékony hulladékok, talajvíz szennyezések kezelése, víztisztítási eljárások.

- Esettanulmány bemutatása: a befejezett mecseki rekultiváció, a kapcsolódó vízkezelési és utógondozási tevékenység. Bánya-üzemek, vegyi dúsítómű, meddőhányók, perkolációs terek, zagytározók rekultivációja, bányavíz-kezelő és kémiai vízkezelő üzem, radiológiai követelmények, környezetvédelmi monitoring.
- Az uránbányászat és ércfeldolgozás által létrehozott víz-szennyezések, az ivóvízbázisok védelme, hidrogeológiai monitor-ing rendszer. Bányavizek és kémiai vízszennyezések kezelése, urán- és rádiummentesítés, permeábilis reaktív gátak.
- Bányabezárás után visszamaradó radon problémák, a vonatkozó nemzetközi és hazai szabályozás, radon monitoring, munka-helyek és lakóhelyek radonmentesítési eljárásai. Hazai esettanulmányok bemutatása.

Tantárgy célja

A féléves munka során a hallgatók ismereteket szereznek az alábbi témakörökben:

Nukleáris környezetvédelmi alapismeretek

A hallgatók a kontaktórákon és az otthoni egyéni felkészülés során a fenti témakörökben elsajátított ismeretek feldolgozásával mélyítik el szaktudásukat, és fejlesztik képességeiket.

Fejlesztendő kompetenciák

T1-3, K1-2, A1-3, Ö1-3

Kötelező és ajánlott irodalom:

hazai és nemzetközi szakirodalom, szakkikkek

Tantárgy neve: Villamos hálózatok és irányítástechnikai berendezések	Tantárgyhoz rendelt kredit: 3
A tantárgy felvételére javasolt félév: 2	Számonkérés módja: koll
Tantárgy féléves óraszámja Elmélet: 10 Gyakorlat: 0	

Tantárgy tartalma:

Villamos hálózatok:

A tantárgy első felében összefoglalóan ismertetésre kerül a villamosenergia-rendszer felépítése, az átviteli út a termelőktől a fogyasztókig. A hallgatók megismerkednek a fogyasztói terhelések feszültség- és frekvenciafüggésével, illetve annak fizikai hátterével, a villamosenergia-rendszerben tapasztalható hatásos teljesítmény-frekvencia kapcsolatának energetikájával (mind a statikus, mind a dinamikus egyensúllyal). Ismertetésre kerül a teljesítmény-frekvencia szabályozás rendszere és kitekintésképp a szabályozási tartalékok rendszere. A szabályozások bemutatása során részletesen ismertetésre kerül a frekvencia-megtartó (primer) és frekvencia-helyreállító (szekunder) szabályozás működése együttműködő rendszerekben, a hallgatók megismerkednek a jellemző turbina-szabályozó P-f karakterisztikákkal, a csereteljesítmény-frekvencia szabályozás elvével. Betekintést nyernek a frekvenciaváltozást kísérő folyamatok dinamikájába, a teljesítmény-átrendeződés folyamatába, s egyszerű számpéldákon keresztül képet kaphatnak a forráskiesést követő frekvenciaváltozás mértékére. A frekvenciaszabályozás mellett a tárgy kitér a villamosenergia-rendszer meddőteljesítmény-egyensúlyát meghatározó és befolyásoló hatások ismertetésére, valamint az átviteli hálózat feszültség-meddő teljesítmény szabályozásának alapkérdéseire, a szabályozás eszközeinek bemutatására.

Irányítástechnikai berendezések:

A tantárgy második felében tömör, de átfogó ismereteket kapnak a hallgatók a nyomottvizes atomerőművek irányítási feladatairól, és azok szokásos megoldási módjairól, a megoldások elméleti és realizációs eszközrendszereiről, berendezéseiről. Ezen belül megismerkednek a blokk-szabályozás harmonizáló feladatkörével, majd részletesebben a gőztermelés oldali feladatokkal és megoldási változatokkal (átlagfluxus szabályozás, szekunderoldali gőznyomás szab., primerkörüi átlaghőmérséklet szab., kombinált és kompromisszumos szabályozások; primerkörüi nyomásszabályozás, térfogat kiegyenlítő szintszabályozás, gőzfejlesztő szintszabályozás). A szabályozások működésének ismerete nem képzelhető el a szabályozandó energetikai berendezések szabályozásdinamikai megismerése nélkül, ezért ezek koncentrált paraméterű leírása is tárgya-lásra kerül. A realizálás tekintetében bemutatásra kerülnek a hierarchikus irányítási struktúra különböző szintjei és eszközei.

Tantárgy célja

A féléves munka során a hallgatók ismereteket szereznek az alábbi témakörökben:

Villamosenergia-rendszerek és irányítástechnikai berendezések alapismeretei

A hallgatók a kontaktórákon és az otthoni egyéni felkészülés során a fenti témakörökben elsajátított ismeretek feldolgozásával mélyítik el szaktudásukat, és fejlesztik képességeiket.

Fejlesztendő kompetenciák

T1-2, K1-4, A1-3, Ö1-3

Kötelező és ajánlott irodalom:

hazai és nemzetközi szakirodalom, szacikkek

Tantárgy neve: Hatósági szabályozás rendszere	Tantárgyhoz rendelt kredit: 2
A tantárgy felvételére javasolt félév: 2	Számonkérés módja: gyj
Tantárgy féléves óraszámja Elmélet: 5 Gyakorlat: 0	

Tantárgy tartalma:

A tárgy célja, hogy a hallgatók megismerjék az atomenergia biztonságos és békés célú jogi szabályozás felépítését és alapelveit. A nukleáris biztonsági szabályozás részletesebb ismertetésének célja a jogszerű tevékenykedés, növelve a biztonsági kultúra szintjét. Az előadás során a magyar jogszabályi háttér ismertetésére kerül sor az Atomtörvénytől kezdve kormányrendeleteken és miniszteri rendeleteken keresztül az egyes hazai szabványokig. A tananyag kitér a jogszabályok hatályára, céljára és fontosabb előírásaira, valamint az engedélyesek és az Országos Atomenergia Hivatal feladataira, kötelezettségeire.

Tantárgy célja

A féléves munka során a hallgatók ismereteket szereznek az alábbi témakörökben:

Nukleáris biztonsági szabályozási alapismeretek

A hallgatók a kontaktórákon és az otthoni egyéni felkészülés során a fenti témakörökben elsajátított ismeretek feldolgozásával mélyítik el szaktudásukat, és fejlesztik képességeiket.

Fejlesztendő kompetenciák

T1-2, K1-2, A1-3, Ö1

Kötelező és ajánlott irodalom:

hazai és nemzetközi szakirodalom, szakkikkek

Tantárgy neve: Atomerőművi vegyészeti ismeretek	Tantárgyhoz rendelt kredit: 3
A tantárgy felvételére javasolt félév: 2	Számonkérés módja: koll
Tantárgy féléves óraszámja Elmélet: 10 Gyakorlat: 0 Otthoni munkaóra: 65	

Tantárgy tartalma:

A hallgatók megismerkednek a VVER típusú atomerőmű primer és szekunderkörü vízdali eróziós korrózió megértéséhez szükséges korróziós és vízkémiai alapokkal, az eróziós korrózió okozta problémákkal, a korrózió-termékek transzportjával. Megismerkednek az üzemeltetés során alkalmazott primer és szekunderkörü vegyészeti technológiával és üzemvitellel, valamint a hozzájuk kapcsolódó, alkalmazott víztisztítási technológiákkal. Megismerkednek a kondenzátor és a szekunderkör közötti, a primer- és a szekunder-kör közötti szivárgás, valamint a fűtőelem sérülésből adódó primerkörü szennyezésekkel és azok hatásával, észlelésével. A továbbiakban ismereteket szereznek a radioaktív szennyezésekkel, be- rendezések és alkatrészek felületéről történő, eltávolításának technológiájáról, az ún. dekontaminálási technológiákról. Végül ismereteket szereznek a modern, nagytisztaságú pótvízkészítési technológiáról is, ami külön üzemegységként biztosítja a primer- és a szekunderkör technológiai pótvíz igényét.

Tantárgy célja

A féléves munka során a hallgatók ismereteket szereznek az alábbi témakörökben:

Atomerőművi vegyészeti alapismeretek

A hallgatók a kontaktórákon és az otthoni egyéni felkészülés során a fenti témakörökben elsajátított ismeretek feldolgozásával mélyítik el szaktudásukat, és fejlesztik képességeiket.

Fejlesztendő kompetenciák

T1-3, K1-4, A1-5, Ö1

Kötelező és ajánlott irodalom:

1. Geraszimov, V.V., Kaszperovics, A.J., Martinova, O.J.: Atom-erőművek vízüzeme. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1981
2. Neeb, K-H.: The Radiochemistry of Nuclear Power Plants with Light Water Reactors. Walter de Gruyter & Co., Berlin, 1997
3. Frayne, C.: Boiler Water Treatment. Principals and Practice. Vol. I: Boiler Basics and Steam Water Chemistry, Chemical Publishing Company, 2002

4. EPRI: PWR Secondary Water Chemistry Guidelines. Rev. 5, USA, 2000
5. Flynn, D.: The Nalco Water Handbook. Third Edition, McGraw-Hill Companies, Inc., 2009
6. AWWA: Water Treatment Plant Design. Fourth Edition, McGraw-Hill Companies, Inc., 2005

Tantárgy neve: Reaktorüzemeltetési gyakorlat	Tantárgyhoz rendelt kredit: 2
A tantárgy felvételére javasolt félév: 2	Számonkérés módja: gyj
Tantárgy féléves óraszámja Elmélet: 0 Gyakorlat: 4	

Tantárgy tartalma:

Az atomreaktor olyan műszaki létesítmény, amelyben az önfenntartó láncreakció külső neutronforrás nélkül, szabályozott formában megvalósítható. Az üzemeltetési gyakorlat célja általában az atomreaktorokban lejátszódó fizikai folyamatoknak, valamint konkrétan a BME Oktatóreaktor felépítésének, nukleáris és technológiai berendezéseinek, irányító rendszerének megismerése.

A gyakorlat részeként a hallgatók áttekintést kapnak a BME Oktatóreaktor történetéről, felépítéséről, majd bejárják a technológiai helyiséget, ahol megismerik a primer kör és a hulladékvíz-kezelő rendszer részeit. Ezután a vezénylőben kapnak oktatást a vezénylőpulttól, végül az Oktatóreaktor nukleáris üzemeltetését végzik egy instruktorként közreműködő reaktoroperátor felügyeletével. A hallgatók a gyakorlat során többször elindítják és leállítják a reaktort, különböző teljesítményszinteket állítanak be, kézi és automata módban üzemeltetik a reaktort, és különböző reaktorfizikai effektusokat ismernek meg.

A gyakorlat során az alábbi dolgokat mutatjuk be:

- Szabályozó rudak egymáshoz viszonyított értékessége
- Kritikus rúdhelyzet teljesítményfüggése, visszacsatolások
- Szabályozórúd értékesség pozíciófüggése
- Hasadási kamrák beütésszámának teljesítményfüggése
- Éles biztonságvédelmi működés

Tantárgy célja

A féléves munka során a hallgatók ismereteket szereznek az alábbi témakörökben:

Reaktorüzemeltetési alapismeretek

A hallgatók a kontaktórákon és az otthoni egyéni felkészülés során a fenti témakörökben elsajátított ismeretek feldolgozásával mélyítik el szaktudásukat, és fejlesztik képességeiket.

Fejlesztendő kompetenciák

T1-3, K1-3, A1-3, Ö1

Kötelező és ajánlott irodalom:

hazai és nemzetközi szakirodalom, szacikkek

Tantárgy neve: Atomerőmű üzemlátogatás	Tantárgyhoz rendelt kredit: 0
A tantárgy felvételére javasolt félév: -	Számonkérés módja: aláírás
Tantárgy féléves óraszámja Elmélet: x Gyakorlat: x	

Tantárgy tartalma:

A tárgy keretében a hallgatók üzemlátogatáson vesznek részt a paksi atomerőműben. Az üzemlátogatás során megtekintik a reaktorcsarnokot (látogatófolyosó), a turbinacsarnokot és lehetőség szerint a Karbantartó Gyakorló Központot.

Az üzemlátogatás kiváló alkalmat nyújt a képzés során tanult ismeretek elmélyítésére, a tanultak gyakorlatban való megismerésére.

Az üzemlátogatáson a részvétel kötelező, az alól kivételes esetben a tárgyfelelős adhat felmentést

Tantárgy célja

A féléves munka során a hallgatók ismereteket szereznek az alábbi témakörökben:

Atomerőművi alapismeretek

A hallgatók a kontaktórákon és az otthoni egyéni felkészülés során a fenti témakörökben elsajátított ismeretek feldolgozásával mélyítik el szaktudásukat, és fejlesztik képességeiket.

Fejlesztendő kompetenciák

T1-2,K1, A1-2, Ö1

Kötelező és ajánlott irodalom:

hazai és nemzetközi szakirodalom, szakcikk

Tantárgy neve: Szakdolgozat készítés	Tantárgyhoz rendelt kredit: 6
A tantárgy felvételére javasolt félév: 2	Számonkérés módja: gyj
Tantárgy féléves óraszámja Elmélet: 0 Gyakorlat: 0	

Tantárgy tartalma:

A hallgató a szakdolgozat készítése során összegzi a képzésben tanult ismeret-anyagokat és önállóan alkalmazza egy atomerőművi üzemeltetési szakmérnök képzettségnek megfelelő alkotó jellegű, elméleti megalapozottságú, szakiroda-lomra építő, tudományos eszköztárt és gyakorlati megközelítést alkalmazó szakmai feladatra.

A szakdolgozatot (tanszéki) témavezető irányítása és (külső, ipari) konzulens szakmai kontrollja mellett dolgozható ki. A témavezető nyilatkozik a dolgozat beadhatóságáról és bírálatra bocsáthatóságáról, emellett a Tanulmányi Rend-szerben szereplő tantárgyra a hallgató féléves munkája alapján osztályzatot ad. A témavezető javaslatot tesz a szakdolgozat minősítésére. A független, szakterületi gyakorlattal rendelkező, a képzés felvételi feltételeinek megfelelő bíráló értékeli a szakdolgozatot és javaslatot tesz a szakdolgozat minősítésére.

Tantárgy célja

A féléves munka során a hallgatók ismereteket szereznek az alábbi témakörökben:

Önálló szakmai feladat megoldása atomerőművi üzemeltetés témakörben.

Fejlesztendő kompetenciák

T1-3, K1-5, A1-5, Ö1

Kötelező és ajánlott irodalom:

hazai és nemzetközi szakirodalom, szakkikkek