

**3.96.**

**SZAKKÉPZÉSI KERETTANTERV**  
**az**  
**55 850 03**  
**NUKLEÁRIS KÖRNYEZETVÉDELMI SZAKTECHNIKUS**  
**SZAKKÉPESÍTÉS-RÁÉPÜLÉSHEZ**

**I. A szakképzés jogi háttere**

A szakképzési kerettanterv

- a nemzeti köznevelésről szóló 2011. évi CXC. törvény,
- a szakképzésről szóló 2011. évi CLXXXVII. törvény,

valamint

- az Országos Képzési Jegyzékről és az Országos Képzési Jegyzék módosításának eljárásrendjéről szóló 150/2012. (VII. 6.) Korm. rendelet,
- az állam által elismert szakképesítések szakmai követelménymoduljairól szóló 217/2012. (VIII. 9.) Korm. rendelet, és
- az 55 850 03 Nukleáris környezetvédelmi szaktechnikus szakképesítés-ráépülés szakmai és vizsgakövetelményeit tartalmazó rendelet

alapján készült.

**II. A szakképesítés-ráépülés alapadatai**

A szakképesítés-ráépülés azonosító száma: 55 850 03

A szakképesítés-ráépülés megnevezése: Nukleáris környezetvédelmi szaktechnikus

A szakmacsoport száma és megnevezése: 14. Környezetvédelem

Ágazati besorolás száma és megnevezése: XXIII. Környezetvédelem

Iskolai rendszerű szakképzésben a szakképzési évfolyamok száma: 0,5 év

Elméleti képzési idő aránya: 60 %

Gyakorlati képzési idő aránya: 40 %

**III. A szakképzésbe történő belépés feltételei**

Iskolai előképzettség:

Bemeneti kompetenciák: -

Szakmai előképzettség: 54 850 01 Környezetvédelmi technikus

Előírt gyakorlat: -

Egészségügyi alkalmassági követelmények: szükségesek

Pályaalkalmassági követelmények: -

#### **IV. A szakképzés szervezésének feltételei**

##### **Személyi feltételek**

A szakmai elméleti és gyakorlati képzésben a nemzeti köznevelésről szóló 2011. évi CXC. törvény és a szakképzésről szóló 2011. évi CLXXXVII. törvény előírásainak megfelelő végzettséggel rendelkező pedagógus és egyéb szakember vehet részt.

Ezen túl az alábbi tantárgyak oktatására az alábbi végzettséggel rendelkező szakember alkalmazható:

<b>Tantárgy</b>	<b>Szakképesítés/Szakképzettség</b>
Erőművek, energetika	környezetmérnök, szakmérnök
Nukleáris környezetvédelem	környezetmérnök, szakmérnök, dozimetrikus
Sugárvédelem, sugárvédelem gyakorlat	környezetmérnök, szakmérnök
Gépészeti gyakorlat	gépészmérnök

##### **Tárgyi feltételek**

A szakmai képzés lebonyolításához szükséges eszközök és felszerelések felsorolását a szakképesítés szakmai és vizsgakövetelménye (szvk) tartalmazza, melynek további részletei az alábbiak:

Szükséges eszközök, felszerelések	Részletei/gyártó cég
HPGe félvezető detektoros mérőrendszer, hordozható is	CANBERRA-PACKARD
6 mérőhelyes alfa-béta számláló berendezés	FHT 770 T 6 vagy LB4110
folyadék-szcintillációs spektrométer	CANBERRA-PACKARD vagy PERKIN-ELMER
PorTL berendezés ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ tabletta)	KFKI-AEKI
Analitikai mérleg, gyorsmérleg	SARTORIUS, OHAUS
laboratóriumi malom	RETSCH
infralámpás bepárló	KVAUS
HT\HTO deszorpciós egység	MTA ATOMKI
desztilláló berendezés	GERHARDT
pH-mérő	SENTRON
szárító szekrény	MEMMERT
fűthető mágneses keverő	VELP ARE
HT\HTO és $\text{CO}_2\text{C}_n\text{H}_m$ mintavevő	MTA ATOMKI
nagytérfogatú levegő mintavevő (aeroszol, jód)	KÁLMÁN SYSTEM KFKI
fall-out mintavevő	KFKI
folyamatos vízminta vevő	MICRORAAB KFKI
búvárszivattyú	GRUNDFOS
talaj mintavevő szett	VISOCOLOR ECO BODENKOFFER 914601

## **V. A szakképesítés-ráépülés óraterve nappali rendszerű oktatásra**

A gimnáziumszakközép iskolai képzés összes szakmai óraszám 0,5 évfolyamos képzés esetén:  
525 óra (15 hét x 35 óra)

A szakgimnázium iskolai képzés összes szakmai óraszám szabadsáv nélkül 0,5 évfolyamos  
képzés esetén: 472 óra (15 hét x 31,5 óra)

1. számú táblázat

### **A szakmai követelménymodulokhoz rendelt tantárgyak heti óraszám**

<b>Szakmai követelmény-modul</b>	<b>Tantárgyak</b>	<b>Elméleti heti óraszám</b>	<b>Gyakorlati heti óraszám</b>
10873-12 Nukleáris környezetvédelem	Erőművek	6	-
	Sugárvédelem	5	-
	Sugárvédelem gyakorlat	-	6
	Energetika	4	2,5
	Gépészet gyakorlat	-	4
	Nukleáris környezetvédelem	4	-
Összes óra:		19	12,5
Összes óra:		31,5	

## 2. számú táblázat

## A szakmai követelménymodulokhoz rendelt tantárgyak és témakörök óraszámja

Szakmai követelménymodul	Tantárgyak/témakörök	Elméleti órák száma	Gyakorlati órák száma
10873-12 Nukleáris környezetvédelem	<b>Erőművek</b>	<b>90</b>	
	Magfizikai alapok	20	
	Reaktorfizika, reaktorstatika	27	
	Reaktordinamika, reaktor-kinetika	23	
	Primerkör és berendezései	20	
	<b>Sugárvédelem</b>	<b>75</b>	
	Sugárvédelem	20	
	Radioaktív hulladékok	12	
	Nukleáris számítások	12	
	Nukleáris mérés technika	31	
	<b>Sugárvédelem gyakorlat</b>		<b>90</b>
	Mintavétel		20
	Mintafeldolgozás		30
	Nukleáris mérési módszerek		40
	<b>Energetika</b>	<b>60</b>	<b>37</b>
	Energetikai alapfogalmak	8	
	Fosszilis és megújuló energiahordozók	22	22
	Energetikai berendezések	15	15
	Energiagazdálkodás	15	
	<b>Gépészet gyakorlat</b>		<b>60</b>
	Alapfogalmak		8
	Hőmérsékletmérés		15
	Alapmérések		37
	<b>Nukleáris környezetvédelem</b>	<b>60</b>	
	Atomerőművek hőszennyezése	15	
	Atomerőművek vízszennyezése	15	
	Atomerőművek talajszennyezése	15	
	Atomerőművek zaj és légszennyezése	15	
<b>Összes óra:</b>		<b>285</b>	<b>187</b>
Összes óra:		472	
Elméleti/gyakorlati óraszámok %-os aránya:		60	40

A szakképzésről szóló 2011. évi CLXXXVII. törvény 8.§ (5) bekezdésének megfelelően a táblázatban a nappali rendszerű oktatásra meghatározott tanulói kötelező szakmai elméleti és gyakorlati óraszám legalább 90%-a felosztásra került.

A szakmai és vizsgakövetelményben a szakképesítésre meghatározott elmélet/gyakorlat arányának a teljes képzési idő során kell teljesülnie.

A tantárgyakra meghatározott időkeret kötelező érvényű, a témakörökre kialakított óraszám pedig ajánlás.

**A**  
**10873-12 azonosító számú**  
**Nukleáris környezetvédelem**  
**megnevezésű**  
**szakmai követelménymodul**  
**tantárgyai, témakörei**

**A 10873-12 azonosító számú Nukleáris környezetvédelem megnevezésű szakmai követelménymodulhoz tartozó tantárgyak és témakörök oktatása során fejlesztendő kompetenciák**

10873-12 Nukleáris környezetvédelem	Erőművek				Sugárvédelem				Sugárvédelem gyakorlat			Energetika				Gépészet gyakorlat			Nukleáris környezetvédelem			
	Magfizikai alapok	Reaktorfizika, reaktortstatika	Reaktordinamika, reaktor-kinetika	Primerkör és berendezései	Sugárvédelem	Radioaktív hulladékok	Nukleáris számítások	Nukleáris mérés technika	Mintavétel	Mintafeldolgozás	Nukleáris mérési módszerek	Energetikai alapfogalmak	Fosszilis és megújuló energiahordozók	Energetikai berendezések	Energiagazdálkodás	Alapfogalmak	Hőmérsékletmérés	Alapmérések	Atomerőművek hőszennyezése	Atomerőművek vízszennyezése	Atomerőművek talajszennyezése	Atomerőművek zaj és légszennyezése
FELADATOK																						
Részt vesz az atomerőművek üzemeltetésében	x				X	X	X	X					X	X			X	X				
Részt vesz a tanreaktorok üzemeltetésében		x				X	X	X			X		X	X			X	X				
Részt vesz a nukleáris energia előállításánál alkalmazott berendezések működtetésében		x			X	X	X	X			X		X	X			X	X				
Részt vesz a hőenergia-termelés- és átalakítás gépeinek működtetésében					X										X				x			
Részt vesz a villamosenergia-termelés- és átalakítás gépeinek működtetésében					X	X	X								X				x			
Javaslatokat tesz a nukleáris energetika területén alkalmazott gépek, berendezések környezetet károsító hatásainak csökkentésére				x													X	X				
Javaslatokat tesz a technológiák korszerűsítésére, az energiatermelés környezetkímélőbb fejlesztésére				x													X	X				
Speciális mintavételezést végez (kenőanyagok, vízminták, levegőminták)				x														X				

Ellenőrzi a légnemű radioaktív anyag kibocsátását				x									X	X	X						x
Ellenőrzi a folyékony radioaktív anyag kibocsátását														X	X			x	x	x	x
Ellenőrzi a primerköri speciális víztisztító műtárgyak működését														X	X			x	x	x	x
Ellenőrzi a szekunderköri víznormák betartását								X											x	x	x
Ellenőrzi a talajvíz minőségét, feltérképezi az esetleges szivárgásokat				x			X			X											
Ellenőrzi a hulladékkezelést, a hulladékgazdálkodást							X			X						X	X			x	x
A környezet sugárterheléséről, állapotáról beszámolót készít																			x		
Javaslatokat tesz a fűtőanyagok újrahasznosításának korszerűsítésére						X															
Havária esetén állapotjelzést ad a várható környezeti következményekről									X	X							x				
SZAKMAI ISMERETEK																					
Az atomreaktorok működése	x				X									X	X		X	X			
A nukleáris energia előállításának a technológiája						X												x			
Az atomerőművek segédrendszerei	x							X						X	X		X	X			
A nukleáris energia előállítása során alkalmazott gépek és berendezések		x			X																
Az energiaelosztás-, átalakítás lehetőségei		x								X				X							
Nukleáris energetikai mérések			x											X					x		
A nukleáris energia előállítása során keletkező hőszennyezés és annak hatása a környezetre		x								X				X					x		
A nukleáris energia előállítása során keletkező szennyvizek és kezelési lehetőségei		x								X				X					x		
Talajszennyezések lehetősége, a szennyezés megelőzésének módjai és a remediálás										X				X	X					x	
Az erőművek működése során fellépő zaj- és rezgéskeltő hatások										X				X	X				x		
Sugárvédelem			x					X						X	X				x		
Nukleáris technológiai környezetvédelmi mérések. A környezetellenőrző rendszer		x						X						X	X					x	
Mintavételek az atomerőmű környezetéből		x						X			X							x	x	x	x
Környezeti minták feldolgozásai	x									X				X		X	X	X	x	x	x
Termolumineszcens doziméterekkel végzett mérések		x								X						X	X	X		x	x
Gamma-dózismérővel, felületi szennyezettség-mérővel végzett mérések			x					X								X	X	X		x	



Összes-béta mérőberendezéssel végzett mérések			x			X														x	
Gamma-spektrometriás módszerrel végzett mérések		x				X													x		
Folyadék-szcintillátorral végzett mérések			x			X													x	x	x
Emissziós, imissziós határértékek		x				X													x	x	x
A radioaktív hulladékok eredete, szelektív gyűjtése	x					X												x			
A nukleáris energiaipari hulladékok veszélyességi jellemzői		x			X															x	
A nukleáris hulladékok lehetséges további sorsa, a hasznosítás lehetőségei		x			X														x		
A nukleáris hulladékok ártalmatlanításának lehetőségei	x					X												x			
A nukleáris energetika területén a környezeti hatásvizsgálat, az auditálás sajátosságai			x		X								X	X					x		
SZAKMAI KÉSZSÉGEK																					
Olvasott szakmai szöveg megértése	x	x	x	x	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	x	x	x
Szakmai nyelvű hallott szöveg megértése	x						X	X			X	X	X	X	X	X	X				
Szakmai nyelvű beszédkészség					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	x		
Szakmai nyelvi íráskészség, fogalmazás írásban							X	X				X	X	X	X	X	X	X	x	x	x
SZEMÉLYES KOMPETENCIÁK																					
Elhivatottság, elkötelezettség	x	x	x	x	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	x	x	x
Önállóság	x	x	x	x	X				X			X	X	X	X	X	X	X	x	x	x
Precizitás		x	x	x	X	X	X	X	X	X	X								x	x	x
TÁRSAS KOMPETENCIÁK																					
Határozottság	x	x	x	x	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	x	x	x
Motiválhatóság	x	x	x	x	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	x	x	x
Közérthetőség	x	x	x	x	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	x	x	x
MÓDSZERKOMPETENCIÁK																					
Áttekintő képesség	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ismeretek helyén való alkalmazása	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Lényegfelismerés (lényeglátás)	x	x	x	x	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	x	x	x

## 1. Erőművek tantárgy

90 óra

### 1.1. A tantárgy tanításának célja

A tanuló megismerje az energiatermelésre használt atomerőművek üzemtanát, berendezéseit, a szükséges felhasznált anyagokat, az energiatermelés hatékonyságát megalapozó szakmai ismereteket.

### 1.2. Kapcsolódó szakmai tartalmak

Kapcsolódó tartalom	Tantárgy(ak)
Atomtechnika története	Fizika 12.
Az atom felépítése és jellemzői	Kémia 9.
Radioaktivitás	Kémia 9.
Sugárzások	Energetika, sugárvédelem,
Energiatermelés	Energetika
Reaktorüzemtan	Sugárvédelem gyakorlat

### 1.3. Témakörök

#### 1.3.1. Magfizikai alapok

20 óra

Az atomtechnika kialakulásának és fejlődésének történeti áttekintése.

Az atom felépítése és jellemzői, az atom energiája.

Az atommagot összetartó erők.

A stabilizálódás lehetőségei.

Az  $1\text{ cm}^3$  térfogatban lévő magok száma.

Radioaktivitás, az N-Z görbe és felhasználhatósága.

Természetes radioaktivitás.

A radioaktivitás törvényszerűségei, a bomlástörvény és a felezési idő

A sugárforrás aktivitásának mértékegységei.

Aktivitás számítások, atomenergetikai feladatok.

A radioaktivitás és az anyag kölcsönhatása.

A nehéz töltött részecskék és az anyagkölcsönhatása.

Alfa-, béta-, gamma-sugárzás, Compton-szórás.

Gerjesztett magreakciók és jellemzésük.

Neutron-magreakciók és jellemzésük.

A maghasadás mechanizmusa és szabályszerűségei.

A magreakciók hatáskeresztmetszete, a hatékony hatáskeresztmetszet.

A közepes szabad úthossz meghatározása.

A neutronok lassításának elmélete.

A rugalmas ütközés mechanizmusa.

A moderátorok jellemzői, a moderátorok kiválasztásának szempontjai.

#### 1.3.2. Reaktorfizika, reaktorstatika

27 óra

Reaktorfizika:

Az önfenntartó szabályozható láncreakció mechanizmusa.

Neutrongáz-jellemzők.

Neutronűrűség, neutronfluxus, termikus neutronfluxus.

A neutronfluxusból számítható fontosabb reaktortechnikai jellemzők.

A reakciószám, besugárzás, teljesítménysűrűség, hőtechnikai jellemzők és számításuk.

A neutronok lassulása és diffúziója a reaktorban. A lassulás és a diffúzió gátlása.

A Fermi-féle álidő és számítása.  
 A diffúziós úthossz.  
 A fluxus térbeli eloszlása különböző geometriai alakú aktívzónákban, reaktorokban.  
 Reaktorstatika:  
 A reaktor legfontosabb elemeinek részletes jellemzése.  
 Üzemanyagok jellemzői.  
 Moderátoranyagok jellemzői.  
 Szabályozó rudak felépítése és jellemzőik.  
 Szerkezeti anyagok és változásaik a nukleáris reakció során.  
 A reaktor sokszorozási tényezője a végtelen nagy reaktorra.  
 Az effektív sokszorozási tényező, a kilépési tényezők.  
 A reaktor kritikusságának vizsgálata.  
 A reaktivitás fogalma.  
 A kritikussági feltétel vizsgálat, a görbületi paraméter.

### **1.3.3. Reaktordinamika, reaktorkinetika**

**23 óra**

Reaktordinamika, fogalma.  
 Az üzemanyag összetételének változása az üzemidő függvényében.  
 Az urán <sup>235</sup>U fogyasztása.  
 A plutónium <sup>239</sup>Pu szaporodása.  
 A plutónium tulajdonságai.  
 Reaktormérgek, a mérgek csoportosítása.  
 Xenon-mérgezetségi, a Xe-mérgezetségi hatása az üzemeltetésre.  
 Az egyensúlyi mérgezetségi.  
 Erős mérgek, Gd, Sm, Cd.  
 Közepes mérgek, gyenge mérgek (reaktorsalakok).  
 A reaktormérgek együttes hatása.  
 Reaktorkinetika, az átmeneti állapotok.  
 A többlet-reaktivitás értékei,  $\beta$  változása.  
 Prompt és késői neutronok, a neutronciklus idő.  
 A neutronfluxus időbeli változása, a periódusidő, számítási feladatok.  
 A reaktorok szabályozása.  
 A tartalék reaktivitások, hőmérsékletre hozás, teljesítményre hozás, kiegészítés.  
 Kompenzálás, mérgezetségi kompenzálása.  
 Szabályozó rudak, bóros szabályozás, biztonságvédelmi rudak.  
 A szabályozó rudak anyagai, a velük szemben támasztott követelmények.  
 A szabályozó rudak helyzetének változtatása, hatása a többletreaktivitásra, a fluxus időbeli változására, függvényábrázolás.

### **1.3.4. Primerkör és berendezései**

**20 óra**

A reaktortartály felépítése.  
 A reaktortartály belső berendezései és jellemzőik.  
 A primerköri csővezeték, a vezetékek méretezését meghatározó tényezők.  
 A főkeringető szivattyú és típusai.  
 A működését meghatározó paraméterek.  
 Többfázisú a meghibásodása esetén.  
 A működésére ható paraméterek.  
 A főtölőzár és jellemzése.  
 Meghibásodásának lehetőségei.  
 A főtölőzár üzemvitel közben.

Méretezése a térfogatáramhoz.

A térfogat-kompenzátor.

Működésének jellemzői.

A gőzfejlesztő: felépítése és működése.

A gőzfejlesztés elmélete és gyakorlati alkalmazásai.

Biztonságvédelmi berendezések: vészleállítók és alkalmaz.

Víz tisztító rendszerek, a primerköri speciális víz tisztítók.

Az atomerőművek várható fejlődési irányai, speciális energiatermelő reaktorok és lehetőségei.

A Paksi Atomerőmű lehetséges bővítésének várható fejlődési iránya.

**1.4.     *A képzés javasolt helyszíne (ajánlás)***

Tanterem, Karbantartó és Gyakorló Központ, Paksi Atomerőmű Zrt. látogatóközpont.

**1.5.     *A tantárgy elsajátítása során alkalmazható sajátos módszerek, tanulói tevékenységformák (ajánlás)***

*A tantárgy elsajátítása során alkalmazható sajátos módszerek (ajánlás)*

Sorszám	Alkalmazott oktatási módszer neve	A tanulói tevékenység szervezeti kerete			Alkalmazandó eszköz
		egyéni	csoport	osztály	
1.1	magyarázat			x	szakkönyvek
1.2.	kiselőadás	x			internet, szakkönyvek
1.3.	megbeszélés	x			
1.4.	vita	x			
1.5.	szemléltetés		x		faliképek, ppt
1.6.	projekt		x		
1.7.	kooperatív tanulás	x			
1.8.	szimuláció		x		atommag modellek
1.9.	házi feladat	x			

*A tantárgy elsajátítása során alkalmazható tanulói tevékenységformák ajánlás)*

Sor-szám	Tanulói tevékenységforma	Tanulói tevékenység szervezési kerete (differenciálási módok)			Alkalmazandó eszközök és felszerelések (SZVK 6. pont lebontása, pontosítása)
		Egyéni	Csoport-bontás	Osztály-keret	
<b>1.</b>	<b>Információ feldolgozó tevékenységek</b>				
1.1.	Olvasott szöveg önálló feldolgozása	x			
1.2.	Olvasott szöveg feladattal vezetett feldolgozása			x	
1.3.	Olvasott szöveg feldolgozása jegyzeteléssel			x	
1.4.	Hallott szöveg feldolgozása jegyzeteléssel			x	
1.5.	Hallott szöveg feladattal vezetett feldolgozása			x	
1.6.	Információk önálló rendszerezése		x		
1.7.	Információk feladattal vezetett rendszerezése		x		
<b>2.</b>	<b>Ismeretalkalmazási gyakorló tevékenységek, feladatok</b>				
2.1.	Írásos elemzések készítése			x	
2.2.	Leírás készítése			x	
2.3.	Válaszolás írásban mondat szintű kérdésekre			x	
2.4.	Tesztfeladat megoldása			x	
2.5.	Szöveges előadás egyéni felkészüléssel	x			
<b>3.</b>	<b>Képi információk körében</b>				
3.1.	Atomerőmű séma rajz értelmezése			x	
3.2.	Atomerőmű rajz készítése leírásból	x			
3.3.	Gépészeti rajz-készítés tárgyról			x	
3.4.	Gépészeti rajz kiegészítés	x			
3.5.	N-Z görbe elemzés, hibakeresés	x		x	
<b>4.</b>	<b>Komplex információk körében</b>				
4.1.	Esetleírás készítése		x		SZVK 6.23-6.35
4.2.	Elemzés készítése tapasztalatokról		x		
4.3.	Jegyzetkészítés eseményről kérdéssor alapján	x			
4.4.	Esemény helyszíni értékelése szóban felkészülés után	x			

4.5.	Utólagos szóbeli beszámoló	x			
<b>5.</b>	<b>Csoportos munkaformák körében</b>				
5.1.	Feladattal vezetett kiscsoportos szövegfeldolgozás		x		
5.2.	Információk rendszerezése mozaikfeladattal		x		
5.3.	Kiscsoportos szakmai munkavégzés irányítással		x		
5.4.	Csoportos helyzetgyakorlat		x		
<b>6.</b>	<b>Gyakorlati munkavégzés körében</b>				
6.1.	Műveletek gyakorlása	x			
6.2.	Munkamegfigyelés adott szempontok alapján	x			
<b>7.</b>	<b>Üzemeltetési tevékenységek körében</b>				
7.1.	Géprendszer megfigyelése adott szempontok alapján			x	
7.2.	Feladattal vezetett szerkezetelemzés			x	
7.3.	Üzemelési hibák szimulálása és megfigyelése	x			
7.4.	Adatgyűjtés géprendszer üzemeléséről	x			
<b>8.</b>	<b>Vizsgálati tevékenységek körében</b>				
8.1.	Technológiai próbák végzése		x		
8.2.	Technológiai minták elemzése		x		
<b>9.</b>	<b>Szolgáltatási tevékenységek körében</b>				
9.1.	Önálló szakmai munkavégzés közvetlen irányítással	x			

### 1.6. A tantárgy értékelésének módja

A nemzeti köznevelésről szóló 2011. évi CXC. törvény. 54. § (2) a) pontja szerinti értékeléssel.

## 2. Sugárvédelem tantárgy

**75 óra**

### 2.1. A tantárgy tanításának célja

A tanuló megismerje és elsajátítsa a sugárzások és a sugárzások mérésére szolgáló eszközök elvi alapjait, betekintést nyerjen a mély szakmai tartalmakba. Tudja értékelni és érzékelni a megfelelő sugárzásokkal való bánásmódokat, alternatív lehetőségeket.

### 2.2. Kapcsolódó szakmai tartalmak

Kapcsolódó tartalom	Tantárgy(ak)
Sugárzások.	Fizika 12.
Radioaktív hulladékok	Sugárvédelem gyakorlat
Nukleáris számítások	Erőművek

### 2.3. Témakörök

#### 2.3.1. Sugárvédelem

**20 óra**

Bevezetés, sugárvédelem elvei: indokoltság, optimalás, dóziskorlátozás.

Ionizáló sugárzás és az anyag kölcsönhatása: alfa, béta, gamma /röntgensugárzás és korpuszkuális anyag kölcsönhatása.

Dózisfogalmak: elnyelt dózis, dózisteljesítmény, egyenértékűdózis.

Dózismennyiségek és átváltásaik.

Az ionizáló sugárzás biológiai hatásai: determinisztikus és sztochasztikus hatás.

A hatásokat befolyásoló tényezők.

A sugárvédelem általános elvei.

Védekezés külső- és belső sugárterhelés ellen (ALARA-ELV, ÉFEK).

A sugárvédelmi ellenőrzés rendszerei.

Személyi dozimetriai ellenőrzés: a doziméterek és alkalmazási lehetőségük.  
A doziméterek kiértékelése.  
Tennivalók sugárterhelés ellen.  
Környezetellenőrzés, környezet ellenőrzés a Paksi Atomerőműben.  
Berendezések és helyiségek dekontaminálása.  
A dekontaminálás eszközei és tennivalók a dekontaminálás után.  
Egyéni védőeszközök használata: személyi védőeszközök alkalmazásának szabályai, az eszközök cseréje és megsemmisítése, a lehetséges védőeszközök és azok használati előírásai.

### **2.3.2. Radioaktív hulladékok**

**12 óra**

Radioaktív hulladékok keletkezése és osztályozása.  
Radioaktív hulladékok kezelése, ideiglenes tárolása.  
Radioaktív hulladékok biztonságos elhelyezése.  
Radioaktív hulladékok kezelése a Paksi Atomerőműben.  
Az atomerőművek működése során keletkező melléktermékek.  
Kis aktivitású hulladékok (500 000 Bq/kg alatt).  
Közepes aktivitású hulladék (500 000 Bq/kg és 5 000 000 kBq/kg között).  
Nagy aktivitású hulladékok (5 000 000 kBq/kg felett).  
A kis és a közepes aktivitású hulladékok végleges tárolása.  
Geológiaiilag megfelelő helyek.  
Az erősen sugárzó (nagy aktivitású) hulladékok tárolására alkalmas tartályok és hűtési lehetőségeik.  
A hulladék térfogatának csökkentési lehetőségei: üvegesítés, illetve a kerámiába foglalás.  
Modern megoldási javaslatok: az erősen sugárzó hulladékok tengerfenékre való temetése, vagy szárazföldi, nagy mélységű tárolók létesítése.

### **2.3.3. Nukleáris számítások**

**12 óra**

Atomfizikai konstansok és összefüggések: a rendszám, a tömegszám, az izotóp fogalma.  
Mértékegységek és átváltásuk.  
Relatív atomtömeg és számítása.  
Az atommagban fellépő erők számítása:  
gravitációs erő (hatása gyakorlatilag elhanyagolható)  
coulomb erő  
magerő  
Radioaktivitás – számítások: a bomlások során felszabaduló energia számítása, gerjesztési energia és számítása, a kilépő részecske energiahordozása.  
Sugárvédelmi számítások: dózis és dózisteljesítmény számítása, az effektív dózis meghatározási lehetőségei.  
A sugárzás intenzitásának változása a távolság függvényében.  
Atomerőművi üzemi számítási példák: a napi termelt energia számítása, üzemeltetési hatások, energetikai hatások számítása, a hatásfokot befolyásoló tényezők számítása és kiértékelése.

### **2.3.4. Nukleáris mérés technika**

**31 óra**

Alfa-sugárzás energiájának meghatározására alkalmas mérőberendezések fajtái, felépítésük és jellemzői.

Gamma-sugárzás energiájának meghatározására alkalmas mérőberendezések fajtái, felépítésük és jellemzői.

Alfa, béta és gamma spektrumok összehasonlítása.

Gáztöltésű detektorok működési elve, fajtái és jellemzői.

Szcintillációs detektorok működési elve, fajtái és jellemzői.

Félvezető detektorok működési elve, fajtái és jellemzői.

Aktivitások abszolút mérési módszerei.

Alacsony és magas sugárzás intenzitások méréstechnikái.

Holtidő korrekciós eljárások.

Neutronok mérésére alkalmas detektorok és módszerek.

Az aktivációs analízis elve, fajtái, főbb jellemzői.

Az elemösszetétel meghatározásának módszerei.

Alkalmazási példa.

Nukleáris és nem nukleáris jellegű nyomelem-analitikai módszerek elve, fajtái, összehasonlításuk.

Nukleáris módszerek alkalmazása az anyagszerkezet vizsgálatában, módszerek elve, fajtái, az anyagszerkezetről nyerhető információk.

Régészeti és geológiai korok meghatározásának elve, gyakorlati példák, az egyes módszerek bizonytalansága.

A radiokémiai módszerek sajátosságai alfa-, béta- és lágy-gamma sugárzó izotópok meghatározásában.

Urán és uránizotópok meghatározási módszerei, ezek összehasonlítása izotópspecifikusság, érzékenység, pontosság szempontjából.

A folyadékszcintillációs méréstechnika elve, alkalmazása  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$  és  $^{90}\text{Sr}$  meghatározásában.

Transzurán izotópok kémiai elválasztásának lehetőségei, szelektív elválasztási eljárások és ezekhez kapcsolódó méréstechnika.

#### **2.4. A képzés javasolt helyszíne (ajánlás)**

Tanterem.

#### **2.5. A tantárgy elsajátítása során alkalmazható sajátos módszerek, tanulói tevékenységformák (ajánlás)**

##### ***A tantárgy elsajátítása során alkalmazható sajátos módszerek (ajánlás)***

Sorszám	Alkalmazott oktatási módszer neve	A tanulói tevékenység szervezeti kerete			Alkalmazandó eszköz
		egyéni	csoport	osztály	
1.1.	magyarázat			x	szakkönyv
1.2.	elbeszélés		x		szakkönyv
1.3.	kiselőadás	x			internet
1.4.	megbeszélés		x	x	internet
1.5.	vita		x		
1.6.	szemléltetés	x	x		ppt
1.7.	projekt		x	x	ppt
1.8.	kooperatív tanulás		x		
1.9.	házi feladat	x			



*A tantárgy elsajátítása során alkalmazható tanulói tevékenységformák (ajánlás)*

Sorszám	Tanulói tevékenységforma	Tanulói tevékenység szervezési kerete (differenciálási módok)			Alkalmazandó eszközök és felszerelések (SZVK 6. pont lebontása, pontosítása)
		Egyéni	Csoport-bontás	Osztály-keret	
<b>1.</b>	<b>Információ feldolgozó tevékenységek</b>				
1.1.	Olvasott szöveg önálló feldolgozása	x			
1.2.	Olvasott szöveg feladattal vezetett feldolgozása	x			
1.3.	Olvasott szöveg feldolgozása jegyzeteléssel	x			
1.4.	Hallott szöveg feldolgozása jegyzeteléssel	x		x	
1.5.	Hallott szöveg feladattal vezetett feldolgozása	x		x	
1.6.	Információk önálló rendszerezése	x			
1.7.	Információk feladattal vezetett rendszerezése	x			
<b>2.</b>	<b>Ismeretalkalmazási gyakorló tevékenységek, feladatok</b>				
2.1.	Írásos elemzések készítése	x		x	
2.2.	Leírás készítése	x			
2.3.	Válaszolás írásban mondat szintű kérdésekre	x	x	x	
2.4.	Tesztfeladat megoldása		x	x	
2.5.	Szöveges előadás egyéni felkészüléssel	x			
2.6.	Tapasztalatok utólagos ismertetése szóban		x		
2.7.	Tapasztalatok helyszíni ismertetése szóban		x		
<b>3.</b>	<b>Képi információk körében</b>				
3.1.	Elektronikai rajz értelmezése		x		
3.2.	Gépészeti rajz készítése leírásból		x		
3.3.	Detektorrajz készítés tárgyról		x		
3.4.	Detektorrajz kiegészítés	x			
3.5.	Rajz elemzés, hibakeresés	x		x	
<b>4.</b>	<b>Komplex információk körében</b>				
4.1.	Esetleírás készítése	x			
4.2.	Elemzés készítése tapasztalatokról		x		
4.3.	Jegyzetkészítés eseményről kérdéssor alapján	x			
<b>5.</b>	<b>Csoportos munkaformák körében</b>				
5.1.	Feladattal vezetett kiscsoportos szövegfeldolgozás	x			
5.2.	Információk rendszerezése mozaikfeladattal		x		
5.3.	Kiscsoportos szakmai munkavégzés irányítással		x		
5.4.	Csoportos helyzetgyakorlat		x		
5.5.	Csoportos versenyjáték		x		
<b>6.</b>	<b>Gyakorlati munkavégzés körében</b>				
6.1.	Áruterelő szakmai munkatevékenység		x		
6.2.	Műveletek gyakorlása		x		
6.3.	Munkamegfigyelés adott szempontok alapján	x	x		
<b>7.</b>	<b>Üzemeltetési tevékenységek körében</b>				
7.1.	Géprendszer megfigyelése adott szempontok alapján		x		
7.2.	Feladattal vezetett szerkezetelemzés		x		
7.3.	Üzemelési hibák szimulálása és megfigyelése		x		
7.4.	Adatgyűjtés géprendszer üzemeléséről	x	x		
<b>8.</b>	<b>Vizsgálati tevékenységek körében</b>				
8.1.	Technológiai próbák végzése	x			

8.2.	Technológiai minták elemzése	x			
8.3.	Geometriai mérési gyakorlat	x			
<b>9.</b>	<b>Szolgáltatási tevékenységek körében</b>				
9.1.	Önálló szakmai munkavégzés felügyelet mellett		x	x	
9.2.	Önálló szakmai munkavégzés közvetlen irányítással		x		

### 2.6. A tantárgy értékelésének módja

A nemzeti köznevelésről szóló 2011. évi CXCV. törvény. 54. § (2) a) pontja szerinti értékeléssel.

## 3. Sugárvédelem gyakorlat tantárgy

**90 óra**

### 3.1. A tantárgy tanításának célja

Sugárzások fajtáinak és az ellenük való védekezésnek megismerése, a gyakorlatban alkalmazott sugármérési módszerek megismerése.

### 3.2. Kapcsolódó szakmai tartalmak

Szakmai tartalom	Tantárgy/ak
Mintavétel	Sugárvédelem
Mintafeldolgozás	Sugárvédelem
Nukleáris mérési módszerek	Sugárvédelem, erőművek

### 3.3. Témakörök

#### 3.3.1. Mintavétel

**20 óra**

Mintavételek az atomerőmű környezetéből – talajmintavétel: mintavevő eszközök, a talajminták típusai, a mintavétel általános szabályai. Átlagminta készítés.

A mintavételi pontok kijelölése: egyedi blokkterképek készítése.

Mintavételek az atomerőmű környezetéből – aeroszolmintavétel:

az aeroszolk csoportosítása, az aeroszolszűrők és osztályozásuk.

Aeroszolk mintavételezésére alkalmas eszközök típus szerinti jellemzése.

A mérések hibái és hibalehetőségei, a mérések statisztikai kiértékelése.

Mintavételek az atomerőmű környezetéből – hal és iszapmintavétel: vizsgálható halfajták.

Mintavétel szövetből.

Az iszapminták fajtái, a meghatározható paraméterek.

Mintavételek az atomerőmű környezetéből – technológiai vízmintavétel: a technológiai vízminták típusai, a biztonságos és reprezentatív mintavétel általános szabályai, a vett minták mennyiségének meghatározása.

A mintavevő panelek alkalmazása és a minták tárolásának szabályai.

A minták statisztikai kiértékelése, a statisztikai paraméterekből levonható következtetések és a beavatkozás lehetőségei.

Vízminőségi határértékek és a határértékeket befolyásoló tényezők.

#### 3.3.2. Mintafeldolgozás

**30 óra**

Mintafeldolgozások- szárítás, aprítás: szárítóberendezések.

A kötött és kötetlen vízformák.

A megfelelő hőfok beállításának törvényszerűségei.

A víztávoltítás hatékony módszerei.

A víztartalom, nedvességtartalom meghatározási módszerei, számítások.  
 Az aprítási fok.  
 Durva és finom aprítás.  
 Malmok és törő berendezések.  
 Az aprítási idő meghatározása.  
 Az aprítást befolyásoló tényezők.  
 Mintafeldolgozások – szitálás, bepárlás: a szitasorok.  
 Szemcseeloszlási és áthullási görbék.  
 A szemcseosztályozás alapjai.  
 Az áthullást befolyásoló tényezők.  
 Rázógépek használata.  
 Az Arany-féle kötöttségi szám meghatározása.  
 Iszapok, zagyok bepárlása.  
 A bepárlást befolyásoló tényezők.  
 Mintafeldolgozások – minta előkészítés, filmminta készítése: fémötvözetek elektrolitikus kioldása/leválasztása, extrakció/kioldás alkalmas reagensekkel, ioncsere, gázok adszorpciója/deszorpciója, illékonyítás, csapadékképzés, ömlesztés, száraz és nedves hamvasztás, feltárások saveleggyel nyitott és zárt edényekben, hidridképzés, „hideg higanygőzös” eljárás.  
 Mintafeldolgozások – minta mérése, analitikai előkészítése: oldatkészítés, töményítés, hígítás, oldatsorozatok készítése.  
 Kalibráló oldatsor előkészítése.  
 Maszkírozás.  
 Zavaró komponensek leválasztásának lehetőségei.  
 A minta tisztításának lehetőségei.  
 Az analitikai koncentrációtartomány meghatározása .

### **3.3.3. Nukleáris mérési módszerek**

**40**

#### **3.3.4. óra**

Termolumineszcens doziméterekkel végzett mérések.  
 Az ionizáló sugárzást dokumentálhatóan mérő eszközök.  
 A film- és a szilárdest-doziméterek.  
 A termolumineszcens kristályok, és jellemzőik: kis méretük, energia-függetlenségük és nagy érzékenységük.  
 A termolumineszcens detektorok működésének alapjai.  
 A gerjesztett állapot.  
 Az alapállapotba való visszatérés.  
 Fény emisszió.  
 A kibocsátott fotonok száma - ami fotoelektron-sokszorozóval mérhető.  
 A kifűtés hatása.  
 A fotonok kilépési gyakorisága (a fényhozam) jellegzetes görbéje. Fényhozam-csúcs.  
 A fotoelektronsokszorozó.  
 A mérés feldolgozása.  
 A fénygörbe numerikusan integrálása gépi úton.  
 Az arányossági faktort megállapítása.  
 Gamma-dózismérővel, felületi szennyezettség-mérővel végzett mérések.  
 A felületi szennyezettség mérők típusai.  
 A kalibrálás és lehetőségei.  
 A mérési eredmények és értékelésük.

A mérési módszerek.  
 Összes-béta mérőberendezéssel végzett mérések: a kalibrálás és lehetőségei.  
 Műszertípusok.  
 A műszerek működése során fellépő hibalehetőségek.  
 A mérési eredmények és kiértékelésük.  
 Gamma-spektrometriás módszerrel végzett mérések: a minta előkészítés.  
 A CANBERRA készülékek működési elve.  
 Konkrét mérések.  
 A minta elszigetelése a környezetétől.  
 A helyes mintaelemzés alapjai.  
 A számítógépes kiértékelés.  
 Folyadék-szcintillátorral végzett mérések: a mérések előkészítése.  
 A két minta előkészítése.  
 A fólia rendezése.  
 A számítógép programozása a mérésre.  
 A folyadék-szcintillátorok.  
 A szcintillációs koktélok.  
 Üvegküveták típusaik.  
 Protokollok.  
 A fotonkibocsátást befolyásoló tényezők.

#### 3.4. A képzés javasolt helyszíne (ajánlás)

Sugárvédelmi oktatólaboratórium.

#### 3.5. A tantárgy elsajátítása során alkalmazható sajátos módszerek, tanulói tevékenységformák (ajánlás)

##### *A tantárgy elsajátítása során alkalmazható sajátos módszerek (ajánlás)*

Sorszám	Alkalmazott oktatási módszer neve	A tanulói tevékenység szervezeti kerete			Alkalmazandó eszköz
		egyéni	csoport	osztály	
1.1.	magyarázat			x	szakkönyv
1.2.	elbeszélés			x	szakkönyv
1.3.	kiselőadás	x			internet
1.4.	megbeszélés	x			
1.5.	vita		x		
1.6.	szemléltetés			x	géprajz, műszaki rajz
1.7.	kooperatív tanulás	x		x	
1.8.	szimuláció	x	x		
1.9.	házi feladat	x			

##### *A tantárgy elsajátítása során alkalmazható tanulói tevékenységformák (ajánlás)*

Sor-szám	Tanulói tevékenységforma	Tanulói tevékenység szervezési kerete (differenciálási módok)	Alkalmazandó eszközök és felszerelések (SZVK 6. pont)
----------	--------------------------	--	--

		Egyéni	Csoport- bontás	Osztály- keret	lebontása, pontosítása)
<b>1.</b>	<b>Információ feldolgozó tevékenységek</b>				
1.1.	Olvasott szöveg önálló feldolgozása		x		
1.2.	Olvasott szöveg feladattal vezetett feldolgozása	x	x		
1.3.	Olvasott szöveg feldolgozása jegyzeteléssel	x	x		
1.4.	Hallott szöveg feldolgozása jegyzeteléssel			x	
1.5.	Hallott szöveg feladattal vezetett feldolgozása			x	
1.6.	Információk önálló rendszerezése			x	
1.7.	Információk feladattal vezetett rendszerezése			x	
<b>2.</b>	<b>Ismeretalkalmazási gyakorló tevékenységek, feladatok</b>				
2.1.	Írásos elemzések készítése	x			
2.2.	Leírás készítése	x			detektorok
2.3.	Válaszolás írásban mondat szintű kérdésekre			x	
2.4.	Tesztfeladat megoldása			x	
2.5.	Szöveges előadás egyéni felkészüléssel	x			
2.6.	Tapasztalatok utólagos ismertetése szóban	x		x	
2.7.	Tapasztalatok helyszíni ismertetése szóban	x		x	
<b>3.</b>	<b>Képi információk körében</b>				
3.1.	Detektorrajz értelmezése			x	
3.2.	Minta előkészítési rajz készítése	x			
3.3.	Detektorrajz készítés tárgyról	x		x	detektorok
<b>4.</b>	<b>Komplex információk körében</b>				
4.1.	Leírás készítése	x			nukleáris mérőműszerek
4.2.	Elemzés készítése tapasztalatokról		x		
<b>5.</b>	<b>Csoportos munkaformák körében</b>				
5.1.	Feladattal vezetett kiscsoportos szövegfeldolgozás	x			
5.2.	Információk rendszerezése mozaikfeladattal	x			
5.3.	Kiscsoportos szakmai munkavégzés irányítással		x		SZVK 6.1-6.25.
5.4.	Csoportos helyzetgyakorlat		x		
<b>6.</b>	<b>Gyakorlati munkavégzés körében</b>				
6.1.	Műveletek gyakorlása	x			SZVK 6.1-6.25
6.2.	Munkamegfigyelés adott szempontok alapján	x			SZVK 6.1-6.25
<b>7.</b>	<b>Üzemeltetési tevékenységek körében</b>				
7.1.	Géprendszer megfigyelése adott szempontok alapján	x			nukleáris mérőműszerek
7.2.	Feladattal vezetett szerkezetelemzés	x			
7.3.	Üzemelési hibák szimulálása és megfigyelése	x	x	x	SZVK 6.1-6.25
7.4.	Adatgyűjtés géprendszer üzemeléséről	x		x	mérőműszerek, mintavevő berendezések
<b>8.</b>	<b>Vizsgálati tevékenységek körében</b>				
8.1.	Technológiai próbák végzése			x	
8.2.	Technológiai minták elemzése			x	SZVK 6.1-6.10
8.3.	Nukleáris laboratóriumi alpmérések		x	x	
8.4.	Anyagminták azonosítása	x			doziméterek
8.5.	Sugárzások azonosítása	x	x	x	detektorok
<b>9.</b>	<b>Szolgáltatási tevékenységek körében</b>				
9.1.	Önálló szakmai munkavégzés felügyelet mellett	x			
9.2.	Önálló szakmai munkavégzés közvetlen irányítással	x	x		

### 3.6. A tantárgy értékelésének módja

A nemzeti köznevelésről szóló 2011. évi CXC. törvény. 54. § (2) a) pontja szerinti értékeléssel.

## 4. Energetika tantárgy

97 óra

### 4.1 A tantárgy tanításának célja

Az energiahordozók és az abból kinyerhető energiák megismerése, a lehetséges energiatartalmak megismerése.

### 4.2 Kapcsolódó szakmai tartalmak

Szakmai tartalom	Tantárgy(ak)
Energiahordozók jellemzése	Sugárvédelem, sugárvédelem gyakorlat
Fosszilis energiahordozók	Földrajz 9., erőművek
Napenergia, szélenergia, vízenergia, biológiai energia	Erőművek
Erőművek típusai	Erőművek

### 4.3 Témakörök

#### 4.3.1. Energetikai alapfogalmak

8 óra

Az energetika helye, az energetika tantárgy kapcsolódási pontjai.

Energetikai alapfogalmak: energia, energiafajták, az energiaátalakítás, a hasznos munka, a hatásfok és ezek mértékegységeik.

Primer, szekunder energiahordozók: a szén, a kőolaj, a földgáz.

*Megújuló energiaforrások:* a nap-, a szél-, a vízenergia.

Ár-apály energiája, a geotermikus energia.

Helyes gazdálkodás.

*Nem megújuló energiaforrások:* az ásványi szenek, a szénhidrogének (kőolaj, földgáz), a hasadóanyagok.

Készletgazdálkodás.

A primer és szekunder energiaforrások megkülönböztetése.

#### 4.3.2. Fosszilis és megújuló energiahordozók

44 óra

a) Elméleti témakörök:

22 óra

Fosszilis energiahordozók:

A kőszén

Szénfajták

A szénülés

A széntartalom meghatározása.

A kitermelési lehetőségek.

Égéselméleti számítások.

A földgáz és összetétele.

A földgázhasznosítás és lehetőségei.

A hagyományos és alternatív energiák átalakítási lehetőségei.

Fosszilis energiahordozók felhasználása.

Egyéb /kimerülő/ energiahordozók.

Nukleáris energiahordozók: a nukleáris reaktorok energiatermelésére használható izotópok.

Az izotópok előkészítése.

A kinyerhető energia.

A fűtőanyagok és hasznosítási lehetőségeik.

b) Gyakorlati témakörök:

22 óra

Geotermikus energia: a vízből kinyerhető hőenergia modellezése.

Megújuló energiaforrások működtetése: pl. szélgenerátor modellezése.

Napenergia: napkollektor hatásfokának jellemzése.

Vízenergia: esési szög és a kinyerhető energia vizsgálata.

Biológiai energia: biogáz energiatartalmának kalorikus meghatározása.

A megújuló energiaforrások felhasználási lehetőségei: napkollektorok hatásfokának vizsgálata.

#### **4.3.3. Energetikai berendezések**

30 óra

a) Elméleti témakörök:

15 óra

Energetikai hatásfok és számítása, a hatásfokot befolyásoló tényezők.

Erőművek főberendezései: az energiaelőállítás berendezései.

Energetikai berendezések: kazánok, hőátalakítók, hőhasznosítók.

Égéselméleti számítások: égéshő, fajlagos fűtőérték számítása.

Hőmennyiség számítás.

b) Gyakorlati témakörök:

15 óra

Hőcserélők hatásfokának jellemzése.

Szivattyúk: szivattyú karakterisztika felvétele.

Ventillátorok: méretezése, a lapátszám és a lapáthossz vizsgálata.

Kompresszorok: nyomásviszonyok modellezése.

Hűtőgépek hatásfokának jellemzése.

Belsőégésű motorok működésének vizsgálata, a kibocsátás mérése.

Turbinák működésének összehasonlítása.

Villamosenergia-rendszer.

Vezetékes energiaellátó rendszerek: villamoshálózati modell felállítása és működési paramétereinek elemzése.

#### **4.3.4 Energiagazdálkodás**

15 óra

Energiafelhasználás.

Veszteségfeltárás, takarékoság.

Rekuperátorok.

Regenerátorok.

Fajlagos mennyiségek számítása.

Anyag és energiamérleg.

A fenntartható fejlődés és az energetika.

Szakmai számítások: feladatok: égéselméleti számítások (fajlagos oxigén, égéslevegő, fajlagos füstgáztérfogat, füstgáz összetétel, tüzelési hatásfok).

Hőmennyiségek számítása.

Anyag és energiamérleg számítása.

Fajlagos mennyiségek számítása.

Bírságszámítás.

#### **4.4. A képzés javasolt helyszíne (ajánlás)**

Tanterem.

#### **4.5. A tantárgy elsajátítása során alkalmazható sajátos módszerek, tanulói**

**tevékenységformák (ajánlás)**

**A tantárgy elsajátítása során alkalmazható sajátos módszerek (ajánlás)**

Sorszám	Alkalmazott oktatási ódszer neve	A tanulói tevékenység szervezeti kerete			Alkalmazandó eszköz
		egyéni	csoport	osztály	
1.1.	magyarázat			x	szakkönyv
1.2.	elbeszélés			x	szakkönyv
1.3.	kiselőadás	x			internet, szakkönyv
1.4.	megbeszélés		x	x	szakkönyv
1.5.	vita		x	x	internet
1.6.	szemléltetés		x	x	modell, táblakép
1.7.	projekt	x			internet
1.8.	kooperatív tanulás	x			
1.9.	szimuláció		x	x	
1.10.	szerepjáték	x	x		
1.11.	házi feladat	x			

**A tantárgy elsajátítása során alkalmazható tanulói tevékenységformák (ajánlás)**

Sor- szám	Tanulói tevékenységforma	Tanulói tevékenység szervezési kerete (differenciálási módok)			Alkalmazandó eszközök és felszerelések (SZVK 6. pont lebontása, pontosítása)
		Egyéni	Csoport- bontás	Osztály- keret	
<b>1.</b>	<b>Információ feldolgozó tevékenységek</b>				
1.1.	Olvasott szöveg önálló feldolgozása			x	
1.2.	Olvasott szöveg feladattal vezetett feldolgozása		x		
1.3.	Olvasott szöveg feldolgozása jegyzeteléssel	x			
1.4.	Hallott szöveg feldolgozása jegyzeteléssel		x		
1.5.	Hallott szöveg feladattal vezetett feldolgozása		x	x	
1.6.	Információk önálló rendszerezése	x	x	x	
1.7.	Információk feladattal vezetett rendszerezése	x	x	x	
<b>2.</b>	<b>Ismeretalkalmazási gyakorló tevékenységek, feladatok</b>				
2.1.	Írásos elemzések készítése	x			
2.2.	Leírás készítése		x		
2.3.	Válaszolás írásban mondat szintű kérdésekre	x			
2.4.	Tesztfeladat megoldása		x	x	
2.5.	Szöveges előadás egyéni felkészüléssel	x		x	
2.6.	Tapasztalatok utólagos ismertetése szóban	x		x	
2.7.	Tapasztalatok helyszíni ismertetése szóban	x		x	



<b>3.</b>	<b>Képi információk körében</b>				
3.1.	Alternatív energiatermelési rajz értelmezése	x			
3.2.	Energetikai rajz készítése leírásból	x			
3.3.	Gépészeti rajz kiegészítés	x			
3.4.	Energetikai rajz elemzés, hibakeresés	x			
3.5.	Műszaki rajz készítése energiatermelő-rendszerekről	x			
<b>4.</b>	<b>Komplex információk körében</b>				
4.1.	Elemzés készítése tapasztalatokról		x		
4.2.	Jegyzetkészítés eseményről kérdéssor alapján	x			
4.3.	Esemény helyszíni értékelése szóban felkészülés után	x			
4.4.	Utólagos szóbeli beszámoló	x			
<b>5.</b>	<b>Csoportos munkaformák körében</b>				
5.1.	Feladattal vezetett kiscsoportos szövegfeldolgozás		x		
5.2.	Információk rendszerezése mozaikfeladattal		x		
5.3.	Kiscsoportos szakmai munkavégzés irányítással		x		
5.4.	Csoportos helyzetgyakorlat		x		
5.5.	Csoportos versenyjáték		x		
<b>6.</b>	<b>Gyakorlati munkavégzés körében</b>				
6.1.	Műveletek gyakorlása	x	x	x	
6.2.	Munkamegfigyelés adott szempontok alapján	x	x	x	
<b>7.</b>	<b>Üzemeltetési tevékenységek körében</b>				
7.1.	Géprendszer megfigyelése adott szempontok alapján		x	x	
7.2.	Feladattal vezetett szerkezetelemzés		x	x	
7.3.	Üzemelési hibák szimulálása és megfigyelése	x	x		
7.4.	Adatgyűjtés géprendszer üzemeléséről	x	x		
<b>8.</b>	<b>Vizsgálati tevékenységek körében</b>				
8.1.	Technológiai próbák végzése	x		x	
8.2.	Anyagminták azonosítása	x			
8.3.	Tárgyminták azonosítása		x		
<b>9.</b>	<b>Szolgáltatási tevékenységek körében</b>				
9.1.	Önálló szakmai munkavégzés felügyelet mellett	x			
9.2.	Önálló szakmai munkavégzés közvetlen irányítással	x			

#### 4.6. A tantárgy értékelésének módja

A nemzeti köznevelésről szóló 2011. évi CXCV. törvény. 54. § (2) a) pontja szerinti értékeléssel.

## 5. Gépészet gyakorlat tantárgy

60 óra

### 5.1. A tantárgy tanításának célja

Megismertesse a tanulókat az erőművek üzemelésekor használt gépészeti és automatizálási berendezések működésével, a működéshez szükséges segédberendezések alkalmazásával.

## 5.2. Kapcsolódó szakmai tartalmak

Szakmai tartalom	Tantárgy(ak)
Mérték egységrendszerek	Fizika 9.
Hőmérsékletmérés	Fizika 9.
Légnyomásmérés	Földrajz 9.
Térfogatáram mérés	Fizika 9.

## 5.3. Témakörök

### 5.3.1. Alapfogalmak

**8 óra**

Mérőterem rendje, a munka rendje.

Mértékegységek, mértékegységrendszerek, alapfogalmak.

SI mértékegységrendszer részletes jellemzése, használata, átváltások.

### 5.3.2. Hőmérsékletmérés

**15 óra**

Hőmérsékletmérés alapelvei, hőmérőtípusok.

Higanyos hőmérők kalibrálása.

Hőmérsékletmérés ellenállás-hőmérővel.

Ellenállás-hőmérők vizsgálata.

Felfutási idő meghatározása.

Beállítási idő meghatározása.

### 5.3.3 Alapmérések

**37 óra**

Légnyomásmérés elve, és alapjai és eszközei.

Mérés higanyos ill. szelencés barométerrel.

Légnyomás korrekció meghatározása.

Légnyomás korrekció meghatározása.

A levegő páratartalmának mérése.

Páratartalom mérési módszerek.

Mérés Assmann féle pszichrométerrel.

Elektronikus pszichrométerrel való mérés.

Szintmérés elvei, módszerei.

Kapacitív szintmérés.

Ellenállás változás elvű szintmérés.

Ultrahangos szintmérés.

Térfogatáram mérési módszerek.

Köbözés alapjai, elve.

Pitot csöves térfogatáram mérése.

Venturi áramlásmérés.

Turbinás áramlásmérés.

Az áramlásmérési módszerek összehasonlítása.

Összehasonlító mérések készítése.

## 5.4. A képzés javasolt helyszíne (ajánlás)

Gépészeti szaktanterem.

## 5.5. A tantárgy elsajátítása során alkalmazható sajátos módszerek, tanulói

**tevékenységformák (ajánlás)**

***A tantárgy elsajátítása során alkalmazható sajátos módszerek (ajánlás)***

Sorszám	Alkalmazott oktatási módszer neve	A tanulói tevékenység szervezeti kerete			Alkalmazandó eszköz
		egyéni	csoport	osztály	
1.1.	magyarázat			x	szakkönyv
1.2.	elbeszélés			x	szakkönyv
1.3.	kiselőadás			x	internet
1.4.	vita	x			
1.5.	szemléltetés	x			internet
1.6.	szimuláció	x			internet
1.7.	házi feladat	x			

***A tantárgy elsajátítása során alkalmazható tanulói tevékenységformák (ajánlás)***

Sor-szám	Tanulói tevékenységforma	Tanulói tevékenység szervezési kerete (differenciálási módok)			Alkalmazandó eszközök és felszerelések (SZVK 6. pont lebontása, pontosítása)
		Egyéni	Csoport-bontás	Osztály-keret	
<b>1.</b>	<b>Információ feldolgozó tevékenységek</b>				
1.1.	Olvasott szöveg önálló feldolgozása	x			
1.2.	Olvasott szöveg feladattal vezetett feldolgozása	x			
1.3.	Olvasott szöveg feldolgozása jegyzeteléssel	x			
1.4.	Hallott szöveg feldolgozása jegyzeteléssel			x	
1.5.	Hallott szöveg feladattal vezetett feldolgozása			x	
1.6.	Információk önálló rendszerezése		x		
1.7.	Információk feladattal vezetett rendszerezése		x		
<b>2.</b>	<b>Ismeretalkalmazási gyakorló tevékenységek, feladatok</b>				
2.1.	Írásos elemzések készítése	x			
2.2.	Leírás készítése	x			
2.3.	Szöveges előadás egyéni felkészüléssel		x		
2.4.	Tapasztalatok utólagos ismertetése szóban		x		
2.5.	Tapasztalatok helyszíni ismertetése szóban		x		
<b>3.</b>	<b>Képi információk körében</b>				
3.1.	Diagramok készítése leírásból			x	
<b>4.</b>	<b>Komplex információk körében</b>				
4.1.	Esetleírás készítése	x			
4.2.	Elemzés készítése tapasztalatokról	x			
<b>5.</b>	<b>Csoportos munkaformák körében</b>				
5.1.	Csoportos gyakorlat		x		
<b>6.</b>	<b>Gyakorlati munkavégzés körében</b>				
6.1.	Műveletek gyakorlása	x			
6.2.	Munkamegfigyelés szempontok alapján	x			
<b>7.</b>	<b>Vizsgálati tevékenységek körében</b>				
7.1.	Technológiai próbák végzése	x			
<b>8.</b>	<b>Szolgáltatási tevékenységek körében</b>				
8.1.	Önálló szakmai munkavégzés felügyelet mellett	x			

8.2.	Önálló szakmai munkavégzés közvetlen irányítással	x			
------	---	---	--	--	--

### 5.6. A tantárgy értékelésének módja

A nemzeti köznevelésről szóló 2011. évi CXCV. törvény. 54. § (2) a) pontja szerinti értékeléssel.

## 6. Nukleáris környezetvédelem tantárgy

60 óra

### 6.1. A tantárgy tanításának célja

Megismertesse a tanulókat az erőművek kibocsátásaival és a környezetbe kikerülő anyagok vegyi és ökológiai hatásaival. Feltárja azokat a problémákat, amellyel az erőművek a környezetünket szennyezhetik és károsak lehetnek az emberi egészségre.

### 6.2. Kapcsolódó szakmai tartalmak

Szakmai tartalom	Tantárgy(ak)
Hő és hőhatás	Fizika 10.
Talajszennyezés	Földrajz 9.
Vízszenyezés	Földrajz 9.
Hőkibocsátás, víz és talajszennyezés	Erőművek

### 6.3 Témakörök

#### 6.3.1 Atomerőművek hőszennyezése

15 óra

Hőforrások: a reaktorzóna hőtermelése, a kibocsátott hő mérése.

Hőkibocsátás mérése: kaloriméter és hőmérőtípusok és jellemzőik.

Hőszennyezés csökkentési lehetőségek: a melegág burkolása, vízkibocsátás forgatása, a levegővel történő érintkeztetés megoldási lehetőségei.

Hőszennyezés ökológiai hatásai: flórák és faunák minőségének és mennyiségének megváltozása.

A biológiai egyensúly megbomlása.

Az eutrofizáció és hatásai, az eutrofizációs hatások csökkentése.

A szűktűrésű fajok kiszelektálódása.

A populációk összetételének megváltozása.

Védekezés a túlszaporodás és kihalás ellen.

#### 6.3.2 Atomerőművek vízszenyezése

15 óra

Vízhasználati módok: hűtés és moderátorvíz.

Primer és szekunderköri vízfelhasználás.

Technológiai vizek.

A reaktortartály vizei.

Szekunderkör vízszenyezői: hőterhelés, korróziótermékek lerakódása, súrlódási és kopási termékek.

Vízisztítási lehetőségek.

Szekunderköri víznormák: szekunderköri vízhasználati szabványok, vízminősítés és módszerei.

A lehetséges megoldások haváriák esetén.

Szekunderköri vízszenyezők hatásai: korróziónövekedés, biológiai hatások.

Ellenőrzési lehetőségek: folyamatos és időszakos mérések és mérési lehetőségek.

### 6.3.3. Atomerőművek talajszennyezése

15 óra

Talajszennyező források: a kihulló izotópok, repedések hatásai, a hűtővíz által kibocsátott szennyezések.

Talaj monitoring rendszere: talajmintavétel, pontminták típusai, mintavételi szabványok, talaj-előkészítés, analitikai előkészítés.

Talajszennyezés mérése: speciális izotópmérési technikák.

Védekezési lehetőségek: a szennyező források megszüntetése, minimalizálási lehetőségek.

Talajtisztítási technológiák:

**In situ megoldások:** Talajtisztítási eljárás a talaj kiemelése nélkül.

Előnyei: kitermelés, szállítás és kezelési előnyök

Alkalmazhatóságának feltételei: jó áteresztőképesség, szennyező anyag homogén eloszlása

Módszerei:

- átlegezőtetési (irányított fúrásokkal, talajvíz-levegőztetéssel,
- talajmosási
- biológiai lebontási
- rögzítési, leköltési
- talajpára kitermeléssel

**Ex situ megoldások:**

Előnyei:

- kevésbé érzékeny a talaj áteresztő képességére és homogenitására.
- kevésbé érzékeny a szennyeződések talajbeli eloszlásának egyenetlenségére.

Hátrányai: területigény, költségek

Eljárások:

- termikus
- talajmosási
- biológiai lebontási
- szilárdítási

Talajszennyezők káros hatásai: kiülepedő jód és egészségügyi hatásai, céziumizotópok és hatásai, trícium és beépülési lehetőségei.

### 6.3.4 Atomerőművek zaj- és légszennyezése

15 óra

Zaj és rezgést keltő hatások: zajjellemzők, főkeringető szivattyú és a súrlódás során keletkező zajok.

Stratégiai zajtérképek, zajkibocsátások hatásai.

Emissziós és immissziós határértékek: szabványok és egyedi kibocsátási határértékek.

A környezeti hatásvizsgálat és auditálás sajátosságai.

Környezetellenőrző rendszer ismerete.

Leggyakoribb légszennyezők: radioaktív nemesgázok és azok jellemzése.

Légszennyezők emissziója, havária esetén történő kibocsátások.

Légszennyezés csökkentési lehetőségek: légszűrők és alkalmazásai, a leválasztható izotópok és sajátosságai.

Szűrőrendszerek.

Radioaktivitás csökkentési lehetőségek, dekontaminálás.

## 6.4 A képzés javasolt helyszíne

Tanterem.

**6.5 A tantárgy elsajátítása során alkalmazható sajátos módszerek, tanulói tevékenységformák (ajánlás)**

**A tantárgy elsajátítása során alkalmazható sajátos módszerek (ajánlás)**

Sorszám	Alkalmazott oktatási módszer neve	A tanulói tevékenység szervezeti kerete			Alkalmazandó eszköz
		egyéni	csoport	osztály	
1.1.	magyarázat			x	
1.2.	elbeszélés			x	
1.3.	kiselőadás			x	
1.4.	megbeszélés			x	
1.5.	szemléltetés			x	
1.6.	projekt	x			
1.7.	kooperatív tanulás	x			
1.8.	szimuláció	x			
1.9.	szerepjáték	x			
1.10.	házi feladat	x			

**A tantárgy elsajátítása során alkalmazható tanulói tevékenységformák (ajánlás)**

Sor-szám	Tanulói tevékenységforma	Tanulói tevékenység szervezési kerete (differenciálási módok)			Alkalmazandó eszközök és felszerelések (SZVK 6. pont lebontása, pontosítása)
		Egyéni	Csoport-bontás	Osztály-keret	
<b>1.</b>	<b>Információ feldolgozó tevékenységek</b>				
1.1.	Olvasott szöveg önálló feldolgozása	x		x	
1.2.	Olvasott szöveg feladattal vezetett feldolgozása	x		x	
1.3.	Olvasott szöveg feldolgozása jegyzeteléssel	x		x	
1.4.	Hallott szöveg feldolgozása jegyzeteléssel	x		x	
1.5.	Hallott szöveg feladattal vezetett feldolgozása			x	
1.6.	Információk önálló rendszerezése	x			
1.7.	Információk feladattal vezetett rendszerezése		x		
<b>2.</b>	<b>Ismeretalkalmazási gyakorló tevékenységek, feladatok</b>				
2.1.	Írásos elemzések készítése	x			
2.2.	Leírás készítése	x			
2.3.	Válaszolás írásban mondat szintű kérdésekre		x		
2.4.	Tesztfeladat megoldása			x	
2.5.	Szöveges előadás egyéni felkészüléssel	x			
2.6.	Tapasztalatok utólagos ismertetése szóban	x			
2.7.	Tapasztalatok helyszíni ismertetése szóban	x			
<b>3.</b>	<b>Komplex információk körében</b>				
3.1.	Esetleírás készítése	x			

3.2.	Elemzés készítése tapasztalatokról		x		
3.3.	Jegyzetkészítés eseményről kérdéssor alapján		x		
3.4.	Esemény helyszíni értékelése szóban felkészülés után	x			
3.5.	Utólagos szóbeli beszámoló	x			
<b>4.</b>	<b>Csoportos munkaformák körében</b>				
4.1.	Feladattal vezetett kiscsoportos szövegfeldolgozás		x		
4.2.	Információk rendszerezése mozaikfeladattal		x		
4.3.	Kiscsoportos szakmai munkavégzés irányítással		x		
<b>5.</b>	<b>Gyakorlati munkavégzés körében</b>				
5.1.	Műveletek gyakorlása	x			SZVK 6.18-6.35.
5.2.	Munkamegfigyelés adott szempontok alapján	x			
<b>6.</b>	<b>Üzemeltetési tevékenységek körében</b>				
6.1.	Üzemelési hibák szimulálása és megfigyelése	x			
6.2.	Adatgyűjtés géprendszer üzemeléséről	x			
<b>7.</b>	<b>Vizsgálati tevékenységek körében</b>				
7.1.	Technológiai próbák végzése			x	
7.2.	Technológiai minták elemzése			x	
<b>8.</b>	<b>Szolgáltatási tevékenységek körében</b>				
8.1.	Önálló szakmai munkavégzés felügyelet mellett	x			
8.2.	Önálló szakmai munkavégzés közvetlen irányítással	x			

## 6.6 A tantárgy értékelésének módja

A nemzeti köznevelésről szóló 2011. évi CXC. törvény. 54. § (2) a) pontja szerinti értékeléssel.