

**VZDĚLÁVACÍ PROGRAM**  
**AKREDITOVANÉHO KVALIFIKAČNÍHO KURZU**

**RADIOLOGICKÁ TECHNIKA**

**1. Název kurzu: Radiologická technika**

**2. Cílová skupina**

Kurz je určen pro absolventy jiného než akreditovaného zdravotnického bakalářského studijního oboru pro přípravu radiologických techniků, kteří po absolvování akreditovaného bakalářského studijního oboru matematicko-fyzikálního zaměření chtějí získat odbornou způsobilost k výkonu povolání radiologického technika.

**3. Cíl kurzu**

Cílem vzdělávacího programu je získání základních teoretických znalostí a praktických dovedností, které odpovídají znalostem a dovednostem absolventů akreditovaného zdravotnického bakalářského studijního oboru pro přípravu radiologických techniků a které jim umožní výkon tohoto zdravotnického povolání.

**4. Vstupní požadavky**

Vstupním požadavkem je

- absolvování bakalářského studijního oboru matematicko-fyzikálního zaměření, který obsahuje alespoň 400 vyučovacích hodin matematicko-fyzikálních předmětů, doložené ověřenou kopií diplomu a vysvědčení o státní závěrečné zkoušce.

**5. Celková délka kurzu**

Celková délka akreditovaného kvalifikačního kurzu je 25 dní (200 hod.).

## 6. Učební plán a osnovy

Konkrétní rozsah a obsah kurzu je stanoven příslušným učebním plánem (viz tabulka níže) na základě předložených dokladů o absolvování vysokoškolského studia. Učební plán se skládá z níže uvedených odborných a zdravotnických modulů.

### Učební plán pro absolventy příslušných oborů

Modul	Pro absolventy oboru matematicko- fyzikálního zaměření
A - Neodkladná první pomoc	2 dny/16 hodin
A - Medicínské předměty I	2 dny/ 16 hodin
A - Zdravotnická legislativa, etika	1 den/8 hodin
B - Medicínské předměty II	5dní/40hodin
C - Fyzikální základ	5 dní/40 hodin
D - Radiologická fyzika	5 dní/40 hodin
E - Klinická praxe*	min. 5 dní/40 hodin

\* Závisí na pracovišti, z kterého kandidáti pocházejí a na jeho vybavení

## MODUL A MEDICÍNSKÉ PŘEDMĚTY I. NEODKLADNÁ PRVNÍ POMOC.

### ZÁKLADY ZDRAVOTNICKÉ LEGISLATIVY. ETIKA – 5 DNÍ

#### a) Neodkladná první pomoc – 2 dny (16 vyučovacích hodin)

- Úloha ZZS v ČR – organizace, řetěz přežití a jeho články
- Poruchy základních životních funkcí, bezprostřední ohrožení života – příčiny, výskyt, příznaky
- Náhlá zástava krevního oběhu – výskyt, diagnóza, základní a rozšířená neodkladná resuscitace (NR), automatická externí defibrilace
- historie vzniku NR

- definice
- zásady a ukončení NR
- terapeutické postupy

- Bezvědomí, mdloba, křeče
- Dušnost – kardiálního, nekardiálního původu
- Úrazy, krvácení a jeho stavění, zlomeniny, šok, termická traumata, úrazy elektrickou energií
- Zvláštnosti urgentních stavů u dětí
- Integrovaný záchranný systém a krizová logistika
- Praktická výuka na modelech
- Ověření znalostí testem

Literatura:

HASÍK, J.: Kardiopulmonální resuscitace v první pomoci, Vydal Úřad ČČK, Praha 2006.

KOLEKTIV AUTORŮ: Zdravotník zotavovacích akcí, Úřad ČČK, Praha 2008.

Předmět NEODKLADNÁ PRVNÍ POMOC	Minimální počet hodin	Jména lektorů
<i>Urgentní medicína – řetěz přežití a jeho články. Úloha ZZS v ČR, jejich organizace. Bezprostřední ohrožení života- příčiny, výskyt, příznaky</i>	2	Doc. MUDr. J. Pokorný, DrSc.
<i>Náhlá zástava krevního oběhu, výskyt diagnóza, základní a rozšířená NR včetně defibrilace (historie vzniku NR, definice, zásady a ukončení NR, terapeutické postupy).</i>	2	MUDr. Martin Dvořák
<i>Bezvědomí, mdloba, křeče</i>	1	
<i>Dušnost kardiálního a nekardiálního původu</i>	1	MUDr. J.Štorek, Ph.D.
<i>Úrazy – krvácení a jeho stavění, zlomeniny, šok, luxace, popáleniny, úrazy elektrickou energií</i>	1	MUDr.A.Slezáčková
<i>Zvláštnosti urgentních stavů u dětí</i>	1	
<i>Integrovaný záchranný systém a krizová logistika</i>	1	MUDr.Jana Pavlíčková
<i>Praktická výuka</i>	6	
<i>Ověření znalostí testem.</i>	1	
<b>Celkem</b>	<b>16 hodin</b>	

## b) Medicínské předměty I – 2 dny

*Klinická propedeutika* - Anamnéza. Fyzikální, funkční a laboratorní vyšetřovací metody a zobrazovací metody - přehled. Vyšetření hlavy a krku, vyšetření ústrojí dýchacího, vyšetření soustavy kardiovaskulární, břicha, soustavy trávicí, ledvin a močových cest.

Vyšetření pohybové soustavy. Zlomeniny, poranění kraniocerebrální, poranění hrudníku, poranění páteře a míchy, poranění břicha.

*Patologie, anatomie a fyziologie v zobrazovacích metodách* - Topografická anatomie v zobrazovacích metodách, rentgenová anatomie a anatomie příčných řezů: identifikace orgánů, umístění orgánů, vztahy orgánů. Základy patologie: identifikace orgánů a systémů, jejich základní patologické vztahy a hodnocení. Patologie a fyziologie v zobrazovacích metodách, patologie orgánových systémů demonstrována zobrazovacími metodami (RTG, CT, nukleární medicína). Virtuální bronchoskopie, kolonoskopie, prostorové rekonstrukce, 3D rekonstrukce.

*Klinické aplikace v radiologii* - Základy vztahů klinických oborů k radiologii. Pravidla a kritéria racionální indikace s ohledem na standardy MZ ČR, RS ČLS JEP a indikačních kritérií. Postavení radiologických techniků, radiologických fyziků, radiologických asistentů a radiologů v systému kontroly a hodnocení racionálních indikací. Radiologicko – klinické korelace. Akutní radiologie a zásady první pomoci na radiologických pracovištích s ohledem na specifická rizika. Specifikace jednotlivých provozů z pohledu klinických aplikací – angiografie, intervenční (invazivní) radiologie, výpočetní tomografie, skiaskopie, skiografie, screening.

*Základy lékařského názvosloví.*

*Obecná anatomie* - Přehled tkání. Skelet. Anatomie obecně.

Literatura:

KOWALCZYK, N., MACE, J. D.: Radiographic Pathology for Technologists, 5th Edition, Mosby, ISBN: 978-0-323-04887-3, 2009.

CHUDÁČEK, Z.: Radiodiagnostika. 1. vyd. Praha : Grada, 2000.

NEUWIRTH, J., RYDH, A., REINMULLER, R.; ADLA, T.; SUCHÁNEK, V.: Anatomia Neuro Radiologica Basalis, Praha-Umea- Graz : Triton, 2006. ISBN 80-7254-844-1.

NEUWIRTH, J., RYDH, A., REINMULLER, R., ADLA, T., SUCHÁNEK, V.: Anatomia Radiologica Thoracica Basalis, Praha-Umea- Graz : Triton, 2008. ISBN 80-7254-844-X.

NEUWIRTH, J.; RYDH, A.; REINMULLER, R.; ADLA, T.; SUCHÁNEK, V.: Anatomia Radiologica Musculosceletalis Basalis, Praha-Umea- Graz : Triton, 2007. ISBN 80-7254-846-6.

NEUWIRTH, J., RYDH, A., REINMULLER, R., ADLA, T., SUCHÁNEK, V.: Anatomia Radiologica Abdominalis Basalis, Praha-Umea- Graz : Triton, 2007. ISBN 80-7254-844-1.

Předmět <b>MEDICÍNSKÉ PŘEDMĚTY I</b>	Minimální počet hodin	Jména lektorů
<p><i>Klinická propedeutika</i>            Funkční a laboratorní vyšetřovací metody versus zobrazovací metody. Vyšetření hlavy a krku. Vyšetření pohybové soustavy. Zlomeniny. Základy punkční techniky.</p>	4	prof. MUDr. J. Neuwirth, CSc.  MUDr. J. Beran, PhD.  doc. MUDr. J. Šprindrich, CSc.
<p><i>Patologie, anatomie a fyziologie v zobrazovacích metodách</i>            Rentgenová anatomie. Virtuální realita, modulace, prostorové rekonstrukce. Možnosti virtuální medicíny zobrazovacími metodami, 3D a 4D rekonstrukce, modulace simulací. Modulace patologických směn v 3D simulacích zobrazovacími metodami.</p>	4	prof. MUDr. J. Neuwirth, CSc.  MUDr. J. Beran PhD.
<p><i>Hygiena a epidemiologie</i>            Hygienické požadavky na pracovní prostředí pro vybrané fyzikální a chemické složky (teplota, vlhkost, větrání, klimatizace, osvětlení, hluk, vibrace, chemické škodliviny a aerosoly).</p>	4	.  MUDr. A. Lajčíková, CSc. (roz. Harcubová)
<p><i>Klinické aplikace v radiologii</i>            Základy vztahů klinických oborů k radiologii. Pravidla a kritéria racionální indikace s ohledem na standardy MZ ČR, RS ČLS JEP a indikačních kritérií. Postavení radiologických techniků, radiologických fyziků, radiologických asistentů a radiologů v systému kontroly a hodnocení racionálních indikací. Zásady první pomoci na radiologických pracovištích s ohledem na specifická rizika. Specifikace jednotlivých provozů z pohledu klinických aplikací – angiografie, intervenční (invazivní) radiologie, výpočetní tomografie, skiaskopie, skiagrafie, screening. Principy a aplikace magnetické rezonance.</p>	4	doc. MUDr. J. Šprindrich, CSc.,  doc. MUDr. M. Cholt, CSc.  Ing. Jan Šanda
<b>Celkem</b>	<b>16 hodin</b>	

### c) Zdravotnická legislativa a etika – 1 den

Organizace a řízení zdravotnictví, financování zdravotnictví, systém veřejného zdravotního pojištění.

Systém právních předpisů ve zdravotnictví. Postavení a kompetence ministerstva zdravotnictví a krajů. Orgány a zařízení ochrany veřejného zdraví, druhy, formy a právní postavení zdravotnických zařízení, postavení a kompetence komor.

Základní práva a povinnosti pacientů, povinnosti zdravotnických pracovníků, zejména postup lege artis, informovaný souhlas, mlčenlivost, poskytování první pomoci. Právní odpovědnost ve zdravotnictví, zdravotnická dokumentace a ochrana dat.

Etika zdravotnického povolání, základní kategorie etiky, principy a aplikace etiky ve zdravotnictví, vztah etika a právo.

Literatura:

HAŠKOVCOVÁ, H.: Lékařská etika, Praha Galén 2002.

HOLČÍK, J., ŽÁČEK, A., KOUPILOVÁ I.: Sociální lékařství, Masarykova univerzita, Brno 2007.

KOLEKTIV AUTORŮ: Studijní materiály k problematice veřejného zdravotnictví s důrazem na zdravotnickou legislativu, ŠVZ IPVZ, Praha 2009.

<b>Předmět ZÁKLADY ZDRAVOTNICKÉ LEGISLATIVY A ETIKY</b>	<b>Minimální počet hodin</b>	<b>Jména lektorů</b>
Systém zdravotnictví a zdravotní péče, financování zdravotnictví	1	JUDr. Vladimíra Dvořáková
Systém právních předpisů ve zdravotnictví. Postavení a kompetence MZ a krajů.	1	
Podpora a ochrana veřejného zdraví, orgány a řízení veřejného zdraví, prevence nozokomálních nákaz.	1	
Vybrané části zákona o zdravotnických prostředcích, atomového zákona, autorského a patentovaného zákona, obchodního zákoníku	1	Doc. MUDr. J. Šimek, CSc.
Základní práva a povinnosti pacientů. Povinnosti zdravotnických pracovníků. Zdravotnická dokumentace. Právní režim mrtvého těla. Právní odpovědnost ve zdravotnictví.	2	Doc. Ing. Martin Dlouhý, Dr., MSc.
Etika, základní teorie a principy. Hippokratova přísaha, lékařské kodexy a české zákony. Otázky moderní genetiky a embryologie. Transplantace a experimenty na člověku. Etika chronicky nemocných a handicap. Problematika pravdy u lůžka pacienta. Kritické momenty na konci života, koma a definice smrti. Etika výzkumné práce.	2	
<b>Celkem</b>	<b>8 hodin</b>	

## MODUL B MEDICÍNSKÉ PŘEDMĚTY II – 5 DNY

*Zpracování a rozpoznávání obrazu* - Základní pojmy a operace: digitalizace obrazu, 2-D konvoluce, 2-D FT. Předzpracování obrazu: potlačení šumu, detekce hran, zaostření obrazu.

Literatura:

GONZALES, R. C., WOODS, R. E, GONZALES, R. C.: Digital Image Processing, Addison, Wesley Pub. Co., 1992.

*Radiobiologie* - Biologické účinky ionizujícího záření, fyzikální, chemické a biologické procesy v biologických materiálech po ozáření, mechanismy radičního poškození DNA a reparace poškození, experimentální a teoretické metody studia biologických poškození, buněčná radiobiologie, radiomodifikátory – radioprotektivní a radiosenzitizující látky, kyslíkový efekt, vliv kvality ionizujícího záření, frakcionace ozáření.

Literatura:

ALPEN, E. L.: Radiation biophysics, Academic Press, San Diego, 1998.

HALL, E.: Radiobiology for the radiologist, Lippincott Williams&Wilkins, NY, 2006.

NIAS, A. H. W.: An introduction to radiobiology, Wiley, Chichester, 2000.

LEHNERT, S.: Biomolecular action of ionizing radiation, Taylor&Francis, 2008.

STEEL, G. G.: Basic Clinical Radiobiology, Arnold, London, 2002.

*Úvod do systému řízení jakosti ve zdravotnictví* - Základní orientace v problematice managementu jakosti, zavádění systémů řízení jakosti ve zdravotnickém zařízení a proč je zavádět. Seznámení se základními požadavky norem ISO řady 9000, rozdíl mezi akreditací a certifikací zdravotnického zařízení. Problémy, příprava a vlastní postup certifikačního/akreditačního procesu ve zdravotnickém zařízení. Management procesů, co si počít s auditorem.

Literatura:

PEŠEK, J.: Tvorba systému jakosti ve zdravotnictví a lékárenství s využitím norem ISO - GRADA 2003.

PLURA, J.: Plánování a neustálé zlepšování jakosti - Computer Press, Praha 2001.

VEBER, J.: Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce - Management Press 2006.

JOINT COMMISSION INTERNATIONAL: Mezinárodní akreditační standardy pro nemocnice, GRADA 2004.

SOUČEK, Z., BURIAN, J.: Strategické řízení zdravotnických zařízení, Professional Publishing 2006.

*Biochemie a farmakologie* - Biochemie a patologie tělních tekutin, biochemie dýchání, biochemie trávení a resorpce, ledviny a moč, biochemický význam jater, metabolismus vody a minerálů, metabolismus stopových prvků, výživa. Základní principy farmakologie – farmakokinetika a farmakodynamika, absorpce, distribuce, biotransformace a eliminace léčiv. Radiofarmaka a diagnostické preparáty, požadavky na ně a jejich příprava.

Literatura:

KUPKA, K., KUBINYI, J., ŠÁMAL, M. et al: Nukleární medicína. P3K, 2007. ISBN 978-80-903584-9-2.

MURRAY, R. K., GRANNER, D. K., MAYES, P. A., RODWELL, V. W.: Harperova biochemie. H & H, 2002. 4. vyd. ISBN 80-7319-013-3.

RACEK, J. et al: Klinická biochemie. Galén, 1999. ISBN 80-7184-971-5.

*Informatika ve zdravotnictví* - Způsoby využití informačních technologií ve zdravotnictví. Možnosti získávání, zpracování a ukládání obrazových dat se zaměřením na medicínské aplikace, s používanými formáty souborů pro medicínské účely (DICOM, Interfile a další), s uspořádáním medicínských počítačových sítí (PACS).

Literatura:

H. K. Huang: *PACS and Imaging Informatics: Basic Principles and Applications*. John Wiley & Sons, 2004.

NEMA: *Digital Imaging and Communications in Medicine Standard PS 3.1-2009*. Dostupné na URL: <ftp://medical.nema.org/medical/dicom/2009/>.

Cisco Systems: *Internetworking Technology Handbook*, část Internetworking Basics. Dostupné na URL:

<http://www.cisco.com/en/US/docs/internetworking/technology/handbook/Intro-to-Internet.html>.

Kaare Christian and Susan Richter: *The UNIX operating system, Third edition*, Wiley, 1994.



*Technické a zdravotnické právní předpisy* - Přehled základních technických a zdravotnických právních i jiných předpisů souvisejících s lékařským ozářením, se zdravotní péčí využívající ionizující záření, s radiační ochranou a se zdravotnickými prostředky využívajícími ionizující záření a/nebo jadernou energii. Problematika a postupy posuzování shody, označení CE, uvedení na trh, pořizování, uvedení do provozu, používání, údržby, servisu a evidence zdravotnických prostředků a problematika testování a hodnocení jejich vlastností, vč. klinického hodnocení, klinických zkoušek zdravotnických prostředků, místní radiologické standardy a klinické audity (zákon o technických požadavcích na výrobky, zákony o odpovědnosti za škodu způsobenou vadou výrobku a o obecné bezpečnosti výrobků, zákon o zdravotnických prostředcích, zákon o metrologii, atomový zákon a jejich prováděcí právní předpisy, související mezistátní smlouvy a úmluvy, směrnice EURATOM/ES/EHS/ a související české technické normy ČSN EN, ISO, IEC – základní informace a přístup k nim).

Literatura:

Směrnice EURATOM/ES/EHS; Sbírka zákonů; Věstníky MZ a Doporučení Evropské komise, IAEA, ICRP, EFOMP, IOMP, ESTRO, EANM, UEMS, MZ ČR, SÚJB, SÚRO, ČSFM, RS a SROBF a ČSNM ČLS JEP - publikovaná na internetových stránkách těchto institucí.

České technické normy: <http://csnonline.unmz.cz>.

<p><i>Radiobiologie</i>          Biologické efekty ionizujícího záření, fyzikální a chemické procesy v biologických materiálech, experimentální metody studia biologických poškození, mechanismy radiačního poškození DNA a reparace poškození, stochastické modely účinku ionizujícího záření, radioprotektivní a radiosenzitizující látky, radiační biologie normálních a nádorových tkání, modely pro radiobiologickou senzitivitu v nádorových tkáních, frakcionace ozáření.</p>	<p>8</p>	<p>Ing. M. Davidková,          PhD.</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------	---------------------------------------------

<p><i>Úvod do systému řízení jakosti ve zdravotnictví</i>  Základní orientace v problematice managementu jakosti, zavádění systémů řízení jakosti ve zdravotnickém zařízení, seznámení se základními požadavky norem ISO řady 9000. Zavádění norem ISO ve zdravotnictví, rozdíl mezi akreditací a certifikací zdravotnického zařízení, příprava a vlastní postup certifikačního/akreditačního procesu ve zdravotnickém zařízení.</p>	8	Ing. J. Pešek
<p><i>Biochemie a farmakologie</i>  Základní principy farmakologie – chemoterapeutika, radiofarmaka a diagnostické preparáty, požadavky na ně a jejich příprava, léčba intoxikací, otravy těžkými kovy, toxikologie životního prostředí a průmyslová.</p>	8	prof. MUDr.František Perlík, DrSc.  doc. RNDr.Pavel Komárek, Ph.D.  RNDr.Jan Kovář, CSc.
<p><i>Informatika ve zdravotnictví</i>  Způsoby využití informačních technologií ve zdravotnictví. Možnosti získávání, zpracování a ukládání obrazových dat se zaměřením na medicínské aplikace, s používanými formáty souborů pro medicínské účely (DICOM, Interfile, a další), s uspořádáním medicínských počítačových sítí (PACS).</p>	8	Ing. Václav Štěpán
<p><i>Technické a zdravotnické právní předpisy</i>  Přehled technických a zdravotnických právních i jiných předpisů spojených s používáním zdravotnických přístrojů využívajících ionizující záření. Problematika klinického hodnocení a klinických zkoušek (Zákon o zdravotnických prostředcích, Atomový zákon a související předpisy, směrnice ES, související normy – ČSN, EN, ISO).</p>	8	RNDr. Mgr. P. Závoda, Ph.D.
<b>Celkem</b>	<b>40 hodin</b>	

## MODUL C FYZIKÁLNÍ ZÁKLAD – 5 DNÍ

*Jaderná a radiační fyzika* – Základní vlastnosti atomových jader, vazbová energie, obecné charakteristiky interakce ionizujícího záření s látkou, interakce záření alfa, beta, gama a neutronového, veličiny charakterizující interakci, průchod svazků záření látkou, účinky záření na látku. Obecné vlastnosti radioaktivní přeměny, přeměna alfa, protonová radioaktivita, přeměna beta, emise záření gama, přírodní radioaktivita, vlastnosti a typy jaderných reakcí, složené jádro a přímé jaderné reakce, štěpení jader, transurany, termojaderná reakce.

Literatura:

MUSÍLEK, L.: Úvod do fyziky ionizujícího záření. Praha, SNTL, 1979.

ÚLEHLA, I., SUK, M., TRKA, Z.: Atomy, jádra, částice. Praha, Academia 1990.

ILLEY, J. S.: Nuclear Physics - Principles and Applications. Chichester, Wiley, 2001.

MAGILL, J., GALY, J.: Radioactivity, Radionuclides, Radiation. Berlin, Springer, 2005.

LOVELAND, W. D., MORRISSEY, D. J., SEABORG, G. T.: Modern Nuclear Chemistry. Hoboken, Wiley, 2006 (kap. 1-3, 7-11).

*Dozimetrie ionizujícího záření a radiační ochrana - Vývoj a cíle dozimetrie, veličiny a jednotky v dozimetrii a ochraně před zářením (definice a interpretace). Veličiny a jednotky pro popis zdrojů, pole a interakce ionizujícího záření. Popis ionizačních účinků, přenosu a absorpce energie v látce, biologické účinky ionizujícího záření. Veličiny a jednotky v radiační ochraně. Principy a metody měření aktivity, dávky a expozice. Teorie ionizace v dutině a její využití při stanovování dávek v praxi. Cíle a úkoly hygieny záření, principy ochrany před zářením (zdůvodnění, optimalizace, princip ALARA, limitování), monitorování záření (vnější záření, kontaminace, osobní dozimetrie), vybrané otázky praxe v ochraně před zářením, (expozice přírodním zdrojům záření, lékařské aplikace záření a radionuklidů, návrhy a výpočty stínění, vzrůstový faktor, aplikace záření v průmyslu a výzkumu, radiační nehody).*

Literatura:

SABOL, J.: Základy dozimetrie. Skripta ČVUT, 1992.

SABOL, J.: Příručka dozimetrie a ochrany před zářením. Skripta ČVUT, 1996.

ČSN ISO 31-9 Veličiny a jednotky - Část 9: Atomová a jaderná fyzika.

ČSN ISO 31-10 Veličiny a jednotky - Část 10: Jaderné reakce a ionizující záření.

Doporučení ICRP, hlavně ICRP 60 a ICRP 103.

MARTIN, J. E.: Physics for Radiation Protection, John Wiley and Sons, 2000.

STABIN, M. G.: Radiation Protection and Dosimetry: An Introduction to Health Physics, Springer, 2007.

ATTIX, F. H.: Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry, Wiley Publisher, 1996.

Kolektiv autorů, Ed. Klener V.: Principy a praxe radiační ochrany, SÚJB, Praha 2000, AZIN.

Vyhláška č. 307/2002 Sb. ve znění vyhlášky č. 499/2005 Sb.

*Detektory ionizujícího záření a metody měření* - Plynové detektory (ionizační komory, proporcionální, Geigerovy-Müllerovy, koronové detektory), organické a anorganické scintilační detektory, Čerenkovovy počítače, vyhodnocení světla fotonásobičem, parametry

a různé typy fotonásobičů, polovodičové detektory (interakční vlastnosti Ge, Si a jiných materiálů pro různá záření, šíře zakázaného pásu a střední energie pro vytvoření páru elektron-díra, detektory s povrchovou bariérou částečně nebo zcela vyprázdňené, kompenzované Ge (Li) a Si (Li), detektory ze superčistého Ge (HPGe)), chlazení detektorů, kryostat, Dewarova nádoba. Integrovaní dozimetry pevné fáze (filmové, termoluminiscenční, radiofotoluminiscenční, kolorizační, exoelektronové, lyoluminiscenční, chemické, jaderné emulze), stopové detektory a některé speciální dozimetry neutronů (křemíková dioda a dozimetry na principu albeda neutronů). Zpracování signálu detektorů.

Literatura:

GERNT, J: Detektory ionizujícího záření, Vydavatelství ČVUT 1996.

Glenn, F., KNOLL: Radiation Detection and Measurement, John Wiley and Sons, N. York 2000.

MUSÍLEK, L., ŠEDA, J., TROUSIL, J.: Dozimetrie ionizujícího záření (Integrovaní metody). Praha, vyd. ČVUT 1992.

<http://www.ortec-online.com/pdf/>.

*Praktikum z detekce a dozimetrie ionizujícího záření.*

<b>Předmět FYZIKÁLNÍ ZÁKLAD</b>	<b>Minimální počet hodin</b>	<b>Jména lektorů</b>
<i>Jaderná a radiační fyzika</i> Obecné charakteristiky interakce ionizujícího záření s látkou, interakce záření alfa, beta, gama a neutronového, průchod svazků záření látkou, účinky záření na látku. Obecné vlastnosti radioaktivní přeměny, přeměna alfa, protonová radioaktivita, přeměna beta, emise záření gama, přírodní radioaktivita, vlastnosti a typy jaderných reakcí, štěpení jader, transurany, termojaderná reakce.	8	Prof. Ing. L.Musílek, CSc.
<i>Dozimetrie ionizujícího záření</i> Vývoj a cíle dozimetrie, veličiny a jednotky v dozimetrii a ochraně před zářením (definice a interpretace), zdroje, pole, interakce, ionizace, přenos a absorpce, biologické účinky. Principy a metody měření aktivity, dávky a expozice.	8	Ing. T.Trojek, Ph.D.

<i>Radiační ochrana</i> Cíle a úkoly hygieny záření, principy ochrany před zářením (zdůvodnění, optimalizace, princip ALARA, limitování), monitorování záření (vnější záření, kontaminace, osobní dozimetrie), vybrané otázky praxe v ochraně před zářením (expozice přírodním zdrojům záření, lékařské aplikace záření a radionuklidů, , radiační nehody)	8	Prof. Ing. T. Čechák, CSc.
<i>Detektory ionizujícího záření a metody měření</i> Plynové detektory (ionizační komory, proporcionální, Geigerovy-Müllerovy, koronové detektory), organické a anorganické scintilační detektory, Čerenkovovy počítače, vyhodnocení světla fotonásobičem, parametry a různé typy fotonásobičů, polovodičové detektory (interakční vlastnosti Ge, Si a jiných materiálů pro různá záření, širě zakázaného pásu a střední energie pro vytvoření páru elektron-díra, detektory s povrchovou bariérou částečně nebo zcela vyprázdněné, kompenzované Ge (Li) a Si (Li), detektory ze superčistého Ge (HPGe)), chlazení detektorů, kryostat, Dewarova nádoba. Integrované dozimetry pevné fáze (filmové, termoluminiscenční, radiofotoluminiscenční, kolorizační, exoelektronové, lyoluminiscenční, chemické, jaderné emulze), stopové detektory a některé speciální dozimetry neutronů (křemíková dioda a dozimetry na principu albeda neutronů).	8	Prof. Ing. T. Čechák, CSc.
<i>Praktikum z detekce a dozimetrie ionizujícího záření.</i>	8	Výše uvedení (u ostatních předmětů fyzikálního základu) zástupci KDAIZ FJFI
<b>Celkem</b>	<b>40 hodin</b>	

## MODUL D RADIOLOGICKÁ FYZIKA – 5 DNÍ

*Radiologická fyzika – radioterapie 1* - Použití zobrazovacích metod v radioterapii, koncept cílových objemů, význam CT. Lokalizace, simulace, metody znehybnění a nastavení pacienta. Pojmy BEV, DRR, EPID. Plánování léčby - základní parametry a modifikátory svazku, základní ozařovací techniky - SAD vs. SSD, statická vs. dynamická. Počítačové plánování léčby - vstupní/výstupní parametry, ozařovací protokol, verifikační systém. Brachyterapie, ortovoltážní radioterapie, speciální radioterapie - TBI, stereotaktické ozařování, IMRT.

Praktická demonstrace klinických případů na plánovacích systémech, včetně IMRT. CT a radioterapeutický simulátor, klinické lineární urychlovače a radionuklidové ozařovače. Informační systém v radioterapii - datové toky, zálohování dat. Program zajištění jakosti -

testy přístrojů, periodicita, klinický audit. Radiační ochrana personálu a pacientů, osobní dozimetrie, monitorování pracoviště, související legislativa.

Literatura:

IAEA :*Review of Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students*, 2003.

JOHNS, H. E.: *The Physics of Radiology*, Charles C. Thomas, Fourth Edition (fyzikální základy radioterapie).

SMITH, A. R.: *Radiation Therapy Physics*, Springer - Verlag, 1995 (fyzikální základy radioterapie, shrnutí obecných zákonitostí 3D konformní radioterapie).

SÚJB: Vyhl. č. 499/2005 Sb. *O požadavcích na zajištění radiační ochrany*.

SÚJB: Zákon č. 18/1997 Sb. *O mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření* (ve znění zákona č. 13/2002 Sb.).

IAEA: TRS-398: *Absorbed Dose Determination in External Beam Radiotherapy An International Code of Practice for Dosimetry based on Standards of Absorbed Dose to Water*.

*Radiologická fyzika – radioterapie 2* - Klinická radiobiologie – kritéria toxicity orgánů, radiobiologické modely TCP a NTCP. Radioterapie svazky s modulovanou fluencí (IMRT) – optimalizace, fyzikálně-technická realizace – kompenzátory, vícelisté kolimátory, speciální zařízení (MIMIC, tomoterapie). Algoritmy pro výpočet dávky – empirické faktory, modely (bodová jádra, kuželová jádra), transport částic. Algoritmy pro korekci na nehomogenitu – (ne)zohledňující rozptyl záření. Verifikace distribucí dávky – anatomické fantomy, 1D, 2D a 3D dozimetrie. Alternativní terapeutické metody – hypertermie, fotodynamická terapie.

Literatura:

STEEL, G. G.:*Basic clinical radiobiology*, Edwwar Arnold Publ., 2002 (klinická radiobiologie).

WEBB, S.: *The Physics of Conformal Radiotherapy* (Advances in Technology), IOP Publishing Ltd. 1997 (fyzikální principy radioterapie svazky s modulovanou intenzitou - IMRT, TCP a NTCP modely).

KHAN, F. M.: *The Physics of Radiation Therapy*. 2nd ed., Williams and Wilkins, Baltimore. 1994 (fyzikální základy radioterapie, shrnutí obecných zákonitostí 3D konformní radioterapie).

IAEA: *Review of Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students*, 2003, kapitola 14, 6, 8.

AHNSJOE, A. et al: Dose calculation for external photon beams (topical review). *Phys. Med. Biol.* 1999; 44: R99-155.

*Hadronová radioterapie – biologické efekty, porovnání s konvenční radioterapií, technické aspekty (cyklotron, synchrotron, modulace svazků, dozimetrie).*

Literatura:

ESTRO: *Estro Teaching course on radiotherapy with protons and ions.*

A. BRAHME: *Preparation, delivery and dosimetry of ion beams.*

WEBB, S.: *The Physics of Conformal Radiotherapy (Advances in Technology)*, IOP Publishing Ltd. 1997, kapitola 6.

*Radiologická fyzika – rentgenová diagnostika* - Princip a parametry rentgenky; konstrukce rentgenového zařízení; interakční procesy rentgenového záření v tkáni; vznik rentgenového obrazu; receptory rentgenového obrazu; kvalita obrazu - kontrast, šum, rozlišení, Fourierova transformace, ROC; zobrazovací metody – SG, SS, ANGIO, MAMO, zubní, výpočetní tomografie (CT) - princip, tomografické rekonstrukční metody, technické řešení, aplikace; zobrazovací proces – vyvolávání, senzimetrie, optimalizace; digitální zobrazovací metody; kritéria kvality pro radiodiagnostická zobrazení; radiační ochrana pacienta - stanovení a hodnocení zátěže pacientů, metody snížení dávek; radiační ochrana personálu a veřejnosti; legislativní požadavky; program zajištění jakosti; řízení jakosti.

Literatura:

BUSHBERG, J. T: *The Essential Physics of medical Imaging*, LWW, 2002 (základy fyziky a principů zobrazování v medicíně).

ICRP: *Protection of the Patient in Diagnostic Radiology*. Anals of the ICRP. Publication no. 34, Pergamon Press.

SÚJB: Vyhl. č. 499/2005 Sb. *O požadavcích na zajištění radiační ochrany.*

SÚJB: Zákon č. 18/1997 Sb. *O mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (ve znění zákona č. 13/2002 Sb.).*

*Radiologická fyzika – nukleární medicína* - Základní principy NM, radionuklidy a radiofarmaka – produkce, požadavky a charakteristiky, aktivita a fyzikální vlastnosti radionuklidů v NM; Detekce ionizujícího záření v NM; Scintigrafie –

gamakamera, kolimátory, parametry gamakamery, optimalizace. Kvalita obrazu v NM. Tomografické zobrazování v NM – SPECT, PET – detektory, střídání a rekonstrukce obrazů, rekonstrukční algoritmy, korekce na zeslabení, příklady klinických aplikací. Počítačové zpracování dat v NM. Řízení kvality – parametry přístrojů a metody jejich měření. Stanovení radiační zátěže pacientů – kompartmentová analýza, dozimetrie vnitřních zářičů, odhad efektivní dávky, metody snížení dávek. Diagnostické metody in-vivo a in-vitro. Radiační ochrana pacienta, personálu a veřejnosti.

Literatura:

CHERRY, SORRENSON, PHELPS: *Physics in Nuclear Medicine*, 3rd edition, Saunders.

SÚJB: Vyhl.č. 499/2005 Sb. *O požadavcích na zajištění radiační ochrany.*

SÚJB: Zákon č. 18/1997 Sb. *O mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření* (ve znění zákona č. 13/2002 Sb.).

*Fyzika a technika neionizujícího záření - Neionizující záření* – elektromagnetické, UZ; problematika ochrany – relevantní instituce, normy. UV, IR, VR záření, mikrovlny – biologické účinky, fyzikální veličiny a jednotky, ochrana. Lasery – principy, využití v technice a medicíně. Zobrazování magnetickou rezonancí (MRI) – fyzikální principy NMR, principy zobrazování, technické provedení. Ultrazvuk – fyzikální principy, relevantní fyzikální veličiny a jednotky.

Literatura:

BUSHBERG, J. T: *The Essential Physics of medical Imaging*, LWW, 2002 - kapitola o ultrazvuku.

McROBBIE,W. D., MOORE, A. E.: *MRI from picture to proton*, *Journal of Magnetic Resonance*, Series B 111, 300 (1996).



Předmět Radiologická fyzika	Minimální počet hodin	Jména lektorů
<p><i>Radiologická fyzika – radioterapie 1</i></p> <p>Použití zobrazovacích metod v radioterapii, koncept cílových objemů, význam CT. Lokalizace, simulace, metody znehybnění a nastavení pacienta. Pojmy BEV, DRR, EPID. Plánování léčby - základní parametry a modifikátory svazku, základní ozařovací techniky - SAD vs. SSD, statická vs. dynamická. Počítačové plánování léčby - vstupní/výstupní parametry, ozařovací protokol, verifikační systém. Brachyterapie, ortovoltážní radioterapie, speciální radioterapie-TBI, stereotaktické ozařování, IMRT, IGRT, hadronová radioterapie.</p> <p>Praktická demonstrace klinických případů na plánovacích systémech, včetně IMRT. CT a radioterapeutický simulátor, klinické lineární urychlovače a radionuklidové ozařovače. Informační systém v radioterapii - datové toky, zálohování dat. Program zajištění jakosti - testy přístrojů, periodičita, klinický audit. Radiační ochrana personálu a pacientů, osobní dozimetrie, monitorování pracoviště, související legislativa.</p>	8	Ing. I. Koniarová, PhD Ing. M. Steiner
<p><i>Radiologická fyzika – radioterapie 2</i></p> <p>Klinická radiobiologie – kritéria toxicity orgánů, radiobiologické modely TCP a NTCP. Radioterapie svazky s modulovanou intenzitou (IMRT) – optimalizace, fyzikálně-technická realizace – kompenzátory, vícelisté kolimátory, speciální zařízení (MIMIC, tomoterapie). Algoritmy pro výpočet dávky – empirické faktory, modely (bodová jádra, kuželová jádra), transport částic. Algoritmy pro korekci na nehomogenitu – (ne)zohledňující rozptyl záření. Verifikace distribucí dávky – anatomické fantomy, 1D, 2D a 3D dozimetrie. Alternativní terapeutické metody – hypertermie, fotodynamická terapie.</p>	8	Mgr. V. Vondráček Ing. M. Zouhar

<p><i>Radiologická fyzika – rentgenová diagnostika</i></p> <p>Princip a parametry rentgenky; konstrukce rentgenového zařízení; interakční procesy rentgenového záření v tkáni; vznik rentgenového obrazu; receptory rentgenového obrazu; kvalita obrazu - kontrast, šum, rozlišení, Fourierova transformace, ROC; zobrazovací metody – SG, SS, ANGIO, MAMO, zubní, výpočetní tomografie (CT) - princip, tomografické rekonstrukční metody, technické řešení, aplikace; zobrazovací proces – vyvolávání, senzitivita, optimalizace; digitální zobrazovací metody; kritéria kvality pro radiodiagnostická zobrazení; radiační ochrana pacienta - stanovení a hodnocení zátěže pacientů, metody snížení dávek; radiační ochrana personálu a veřejnosti; legislativní požadavky; program zajištění jakosti; řízení jakosti. Zobrazování magnetickou rezonancí (MRI) – fyzikální principy NMR, principy zobrazování, technické provedení. Ultrazvuk – fyzikální principy, relevantní fyzikální veličiny a jednotky.</p>	8	Ing. M.Žáková
<p><i>Radiologická fyzika – nukleární medicína</i></p> <p>Základní principy NM, radiounklidy a radiofarmaka – produkce, požadavky a charakteristiky, aktivita a fyzikální vlastnosti radionuklidů v NM, Detekce ionizujícího záření v NM; Scintigrafie – gamakamera, kolimátory, parametry gamakamery, optimalizace. Kvalita obrazu v NM. Tomografické zobrazování v NM – SPECT, PET – detektory, strádání a rekonstrukce obrazů, rekonstrukční algoritmy, korekce na zeslabení, příklady klinických aplikací. Počítačové zpracování dat v NM. Řízení kvality – parametry přístrojů a metody jejich měření. Stanovení radiační zátěže pacientů – kompartmentová analýza, dozimetrie vnitřních zářičů, odhad efektivní dávky, metody snížení dávek. Diagnostické metody in-vivo a in-vitro. Radiační ochrana pacienta, personálu a veřejnosti.</p>	8	Ing. J. Ptáček
<p><i>Radiologická přístrojová technika</i></p> <p>Přístroje a další prostředky v rentgenové diagnostice, nukleární medicíně a radiační terapii. Parametry a dokumentace přístrojů a dalších prostředků. COST/BENEFIT analýza. Výrobci, distributoři a servisní zajištění.</p>	6	Mgr.V. Vondráček Ing.M. Zouhar Ing.M. Žáková Ing. J. Ptáček
<p><i>Fyzika a technika neionizujícího záření</i></p> <p>Neionizující záření – elektromagnetické, UZ; problematika ochrany – relevantní instituce, normy. UV, IR, VR záření, mikrovlny – biologické účinky, fyzikální veličiny a jednotky, ochrana. Lasery – principy, využití v technice a medicíně.</p>	2	Prof. Ing. J.Vrba, CSc.  MUDr. J.Kubeš
<b>Celkem</b>	<b>40 hodin</b>	

## **MODUL E KLINICKÁ PRAXE – MINIMÁLNĚ 5 DNÍ**

*Nukleární medicína* - Praxe v oblasti radiologické fyziky v nukleární medicíně organizovaná se smluvně zajištěnými partnery v nemocnicích. Získání základní představy o náplni činnosti a odpovědnosti radiologického fyzika na pracovišti, seznámení se s klinickým prostředím a jeho specifiky.

Praktická cvičení z rutinních (dozimetrických a jiných) úkolů pod vedením radiologického fyzika se způsobilostí k výkonu povolání bez odborného dohledu. Příklady praktických cvičení: prostorové rozlišení gama kamery ( vnitřní, celkové, s rozptylujícím prostředím), energetické šíření gama kamery, vnitřní prostorová linearita gama kamery ( diferenciální, integrální), mrtvá doba gama kamery ( vnitřní, s rozptylujícím prostředím), homogenita gama kamery ( diferenciální, integrální, vnitřní, celková).

*Radiologie a zobrazovací metody* - Praxe v oblasti radiologické fyziky v radiodiagnostice organizovaná se smluvně zajištěnými partnery v nemocnicích. Získání základní představy o náplni činnosti a odpovědnosti radiologického fyzika na pracovišti, seznámení se s klinickým prostředím a jeho specifiky. Praktická cvičení z rutinních (dozimetrických a jiných) úkolů pod vedením radiologického fyzika se způsobilostí k výkonu povolání bez odborného dohledu.

*Radiační onkologie* - Praxe v oblasti radiologické fyziky v radioterapii organizovaná se smluvně zajištěnými partnery v nemocnicích. Získání základní představy o náplni činnosti a odpovědnosti radiologického fyzika na pracovišti, seznámení se s klinickým prostředím a jeho specifiky. Praktická cvičení z rutinních (dozimetrických a jiných) úkolů pod vedením radiologického fyzika se způsobilostí k výkonu povolání bez odborného dohledu.

Praxe se zaměřuje především na pracoviště těch oborů, s nimiž uchazeč nemá zkušenosti.

Předmět <b>KLINICKÁ PRAXE</b>	Minimální počet hodin	Jména lektorů
<p><i>Radiační onkologie</i> - Praxe v oblasti radiologické fyziky v radioterapii organizovaná se smluvně zajištěnými partnery v nemocnicích. Získání základní představy o náplni činnosti a odpovědnosti radiologického fyzika na pracovišti, seznámení se s klinickým prostředím a jeho specifiky. Praktická cvičení z rutinních (dozimetrických a jiných) úkolů pod vedením zkušeného radiologického fyzika. Příklady praktických cvičení: parametry ozařovačů s <math>^{60}\text{Co}</math>, parametry Leksellova gama nože, parametry „afterloadingových“ systémů, mechanické testy lineárního urychlovače a radioterapeutického simulátoru, kalibrace lineárního urychlovače pomocí měření absolutní dávky v referenčních podmínkách – fotonové, elektronové svazky, relativní dozimetrická měření lineárního urychlovače – fotonové, elektronové svazky, in-vivo dozimetrie pomocí TLD a diod, praktické cvičení s počítačovým plánovacím systémem.</p>	16	<p>Mgr. V. Vondráček</p> <p>Ing. M. Zouhar</p>

<p><i>Nukleární medicína</i> - Praxe v oblasti radiologické fyziky v nukleární medicíně organizovaná se smluvně zajištěnými partnery v nemocnicích. Získání základní představy o náplni činnosti a odpovědnosti radiologického fyzika na pracovišti, seznámení se s klinickým prostředím a jeho specifiky.</p> <p>Praktická cvičení z rutinních (dozimetrických a jiných) úkolů pod vedením radiologického fyzika se způsobilostí k výkonu povolání bez odborného dohledu. Příklady praktických cvičení: prostorové rozlišení gama kamery (vnitřní, celkové, s rozptylujícím prostředím), energetické rozlišení gama kamery, vnitřní prostorová linearita gama kamery (diferenciální, integrální), mrtvá doba gama kamery (vnitřní, s rozptylujícím prostředím), homogenita gama kamery (diferenciální, integrální, vnitřní, celková).</p>	16	Ing. J.Ptáček
<p><i>Radiologie a zobrazovací metody</i> - Praxe v oblasti radiologické fyziky v rentgenové diagnostice organizovaná se smluvně zajištěnými partnery v nemocnicích. Získání základní představy o náplni činnosti a odpovědnosti radiologického fyzika na pracovišti, seznámení se s klinickým prostředím a jeho specifiky.</p> <p>Praktická cvičení z rutinních (dozimetrických a jiných) úkolů pod vedením radiologického fyzika se způsobilostí k výkonu povolání bez odborného dohledu. Příklady praktických cvičení: parametry a specifika jednotlivých typů rentgenových přístrojů (zubní, panoramatický, skigrafický, skiaskopický, momografický, CT), nastavení správných parametrů vyšetření, testy prováděné v rámci zkoušek dlouhodobé stability a provozní stálosti, optimalizace zobrazovacího procesu, kontrola vyvolávání, přímé měření patientských dávek (pomocí TLD), nepřímé měření patientských dávek (pomocí měření IK, DAP, polovodičem ve svazku + přepočet).</p> <p>Praxe je zaměřena především na pobyt na pracovišti těch oborů, s nimiž uchazeč nemá zkušenosti. Tak bude dodržen stanovený počet hodin.</p>	16	Ing. M.Žáková
<b>Celkem</b>	<b>40 hodin</b>	

## 7. Organizace výuky

Teoretická a praktická výuka technických předmětů (Modul C-D) bude probíhat ve formě kurzů a praktických cvičení na pracovištích akreditovaných pro přípravu radiologických fyziků pod vedením odborných pracovníků s příslušnou způsobilostí.

Teoretická výuka medicínských předmětů bude organizována formou kurzů a praktická výuka pod vedením odborných pracovníků se specializovanou způsobilostí na akreditovaných pracovištích vzdělávacích a zdravotnických zařízení. Těžištěm přípravy bude samostatné studium doporučené studijní literatury.

## **8. Způsob ukončení kurzu**

Akreditovaný kvalifikační kurz bude ukončen po absolvování všech stanovených modulů, absolvování dílčích zkoušek z modulů C a D a závěrečnou zkouškou podle vyhlášky č. 189/2009 Sb. a před zkušební komisí jmenovanou ministrem zdravotnictví. Teoretická část

závěrečné zkoušky bude spočívat v zodpovězení 3 odborných otázek, které se losují. Praktické dovednosti budou ověřeny formou řešení simulovaných případů. Po úspěšném vykonání zkoušky vydá ministerstvo osvědčení o získané odborné způsobilosti k výkonu zdravotnického povolání radiologického technika. Opakování neúspěšně vykonané zkoušky je možné nejdříve za 2 měsíce ode dne termínu, na který byl uchazeč pozván.

## **9. Činnosti, pro které získal absolvent kurzu odbornou způsobilost**

Absolvent akreditovaného kvalifikačního kurzu Radiologická technika je způsobilý pro výkon činností v souladu s odst. 2 § 21 zákona č. 96/04 Sb. a dále činností uvedených v § v § 21 vyhl. č. 55/2011 Sb. pod odborným dohledem radiologického fyzika způsobilého k výkonu povolání bez odborného dohledu.