

**Vzdělávací program
akreditovaného kvalifikačního kurzu**

RADIOLOGICKÁ TECHNIKA

**ČERVEN 2023
Věstník MZ 9/2023**

Obsah:

1	Cíl akreditovaného kvalifikačního kurzu	3
2	Vstupní podmínky a průběh akreditovaného kvalifikačního kurzu.....	3
2.1	Vstupní podmínky	3
2.2	Průběh kvalifikačního vzdělávání	3
3	Učební plán.....	4
3.1	Učební osnova základních modulů – povinných.....	6
3.1.1	Učební osnova základního teoretického modulu 1	6
3.1.2	Učební osnova základního teoretického modulu 2	7
3.1.3	Učební osnova základního teoretického modulu 3	9
3.1.4	Učební osnova základního teoretického modulu 4	10
3.2	Učební osnovy odborných modulů – povinných.....	12
3.2.1	Učební osnova odborného teoretického modulu 1.....	12
3.2.2	Učební osnova odborného teoretického modulu 2.....	14
3.2.3	Učební osnova odborného teoretického modulu 3.....	15
3.2.4	Učební osnova odborného teoretického modulu 4.....	16
3.2.5	Učební osnova odborného teoretického modulu 5.....	13
3.2.6	Učební osnova odborného teoretického modulu 6.....	14
3.2.7	Učební osnova odborného modulu 7	17
3.2.8	Učební osnova odborného modulu 8	18
3.2.9	Učební osnova odborného modulu 9	20
3.2.10	Učební osnova odborného modulu 10	22
4	Hodnocení účastníka v průběhu kvalifikačního vzdělávání	23
5	Profil absolventa	23
5.1	Charakteristika profesních kompetencí, pro které absolvent kvalifikačního vzdělávání získal způsobilost	23
6	Charakteristika akreditovaných zařízení a pracovišť	25
6.1	Akreditovaná zařízení a pracoviště	25
7	Seznam doporučených zdrojů.....	27
8	Seznam zkratk.....	29

1 Cíl akreditovaného kvalifikačního kurzu

Cílem akreditovaného kvalifikačního kurzu **RADIOLOGICKÁ TECHNIKA** je podle § 21 odst. 1 písm. b) zákona č. 96/2004 Sb., o podmínkách získávání a uznávání způsobilosti k výkonu nelékařských zdravotnických povolání a k výkonu činností souvisejících s poskytováním zdravotní péče a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o nelékařských zdravotnických povoláních), ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon č. 96/2004 Sb.“), získání odborné způsobilosti k výkonu zdravotnického povolání **radiologický technik**, a to osvojením si potřebných teoretických znalostí, praktických dovedností, návyků týmové spolupráce i schopnosti samostatného rozhodování pro činnosti stanovené platnými právními předpisy. Radiologický technik bude po získání odborné způsobilosti k výkonu zdravotnického povolání absolvováním akreditovaného kvalifikačního kurzu odborně způsobilý k provádění činností podle § 21 vyhlášky č. 55/2011 Sb. o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „vyhláška č. 55/2011 Sb.“).

2 Vstupní podmínky a průběh akreditovaného kvalifikačního kurzu

2.1 Vstupní podmínky

Podmínkou pro zařazení do akreditovaného kvalifikačního kurzu **Radiologická technika** je s odkazem na ustanovení § 51 odst. 3 zákona č. 96/2004 Sb.:

- **absolvování bakalářského studijního oboru matematicko-fyzikálního zaměření, který obsahuje alespoň 180 vyučovacích hodin matematického základu** (matematická analýza, lineární algebra, matematická statistika, numerické metody) a **360 vyučovacích hodin fyzikálního základu** (mechanika, elektřina a magnetismus, základy fyzikálních měření), úspěšné vykonání písemné přijímací zkoušky, která obsahuje ověření znalostí ze základů jaderné fyziky, základů elektroniky, detekčních systémů ionizujícího záření, veličin a jednotek v dozimetrii, informatiky a algoritmizace, biologie člověka na středoškolské úrovni,
- praxe na pozici jiného odborného pracovníka u poskytovatele zdravotních služeb na pracovišti radioterapie, rentgenové diagnostiky či nukleární medicíny v délce minimálně 6 měsíců v posledních 2 letech v úvazku 1,0.

Uchazeč dokládá absolvování matematického a fyzikálního vzdělání diplomem předchozího studia s dodatkem, případně potvrzením o absolvovaných předmětech.

2.2 Průběh kvalifikačního vzdělávání

Vzdělávací program uskutečňuje akreditované zařízení. Akreditovaným zařízením je poskytovatel zdravotních služeb, jiná právnická osoba nebo fyzická osoba, kterým ministerstvo zdravotnictví udělilo akreditaci v souladu s § 45 odst. 1 písmeno b) zákona č. 96/2004 Sb. Udělením akreditace se získává oprávnění k uskutečňování vzdělávacího programu akreditovaného kvalifikačního kurzu.

Vzdělávací program obsahuje celkem 696 hodin, z toho teoretická výuka je v rozsahu 396 hodin a praktické vyučování v zařízení poskytovatele zdravotních služeb v rozsahu 300 hodin.

Vyučovací hodina teoretické výuky trvá 45 minut, vyučovací hodina praktického vyučování trvá 60 minut. Vzdelávání je organizováno denní nebo kombinovanou formou, teoretická část vzdělávání může probíhat formou distanční. Požadavky vzdělávacího programu je možné splnit ve více akreditovaných zařízeních, pokud je nezajistí v celém rozsahu akreditované zařízení, kde účastník vzdělávání zahájil. Maximální doba kvalifikačního vzdělávání jsou 4 roky.

Vzdělávací program se skládá z modulů. Modulem se rozumí ucelená část vzdělávacího programu vymezená počtem hodin stanovených tímto vzdělávacím programem.

Seznam výkonů uvedených v modulech OM 7, OM 8 a OM 9 je stanoven tak, aby účastník kvalifikačního vzdělávání zvládl danou problematiku nejen po teoretické, ale i po stránce praktické.

Podmínkou pro přihlášení k závěrečné zkoušce je:

- a) splnění všech požadavků stanovených tímto vzdělávacím programem,
- b) absolvování modulů, které jsou v tomto vzdělávacím programu označeny jako povinné.

Podmínkou pro získání odborné způsobilosti k výkonu zdravotnického povolání radiologický technik je úspěšné ukončení akreditovaného kvalifikačního kurzu závěrečnou zkouškou s odkazem na ustanovení § 52 odst. 2 zákona č. 96/2004 Sb.

Závěrečná zkouška se skládá z praktické a teoretické části a její náležitosti jsou stanoveny vyhláškou č. 189/2009 Sb., o atestační zkoušce, zkoušce k vydání osvědčení k výkonu zdravotnického povolání bez odborného dohledu, závěrečné zkoušce akreditovaných kvalifikačních kurzů a aprobační zkoušce a o postupu při ověření znalostí českého jazyka (vyhláška o zkouškách podle zákona o nelékařských zdravotnických povoláních).

Dílčí zkoušky (tj. ukončení každého modulu) je možné opakovat maximálně 2x s odstupem 1 měsíce. Jejich úspěšné absolvování je podmínkou pro pokračování do dalšího modulu.

3 Učební plán

Kód	Typ	Název	Rozsah (počet hodin)		
			Teoretická výuka a cvičení		Praktické vyučování
			Teoretická výuka	Cvičení	
ZM1	P	Jaderná a radiační fyzika	30	10	
ZM2	P	Dozimetrie, detektory ionizujícího záření a elektronika	90	30	
ZM3	P	Lékařská informatika a programování	15	5	

ZM4	P	Radiobiologie	23	2	
OM 1	P	Základy radiologické fyziky v radioterapii	30	10	
OM 2	P	Základy radiologické fyziky v radiodiagnostice a intervenční radiologii	30	10	
OM 3	P	Základy radiologické fyziky v nukleární medicíně	30	10	
OM 4	P	Radiační ochrana	30		
OM 5	P	Další zobrazovací metody (magnetická rezonance a ultrazvuk)	25		
OM 6	P	Předměty zdravotnického základu (anatomie, fyziologie, systém řízení jakosti ve zdravotnictví, etika ve zdravotnictví, základy první pomoci, klinická propedeutika, legislativa ve zdravotnictví)	14	2	
OM 7	P	Praxe z radiologické fyziky v radioterapii			80
OM 8	P	Praxe z radiologické fyziky v radiodiagnostice a intervenční radiologii			80
OM 9	P	Praxe z radiologické fyziky v nukleární medicíně			80
OM 10	P	Praxe z dozimetrie a fyzikálních měření			60
Celkem			317	79	300
Celkem 696 hodin					

Vysvětlivky: ZM – základní modul, OM – odborný modul, P – povinný, AZ – akreditované zařízení

3.1 Učební osnova základních modulů – povinných**3.1.1 Učební osnova základního teoretického modulu 1**

Základní modul – ZM1	Jaderná a radiační fyzika		
Rozsah modulu	40 hodin: 30 hodin teorie, 10 hodin cvičení		
Anotace modulu	Modul je koncipován jako blok teoretických předmětů, jejichž součástí je cvičení (řešení výpočetních úloh) k osvojení získaných znalostí. Poskytuje v profesní přípravě radiologického technika základní znalost o jaderné a radiační fyzice.		
Cíl modulu	Cílem modulu je, aby účastníci kurzu získali takové poznatky, které jim umožní porozumět základním principům chování ionizujícího záření a poznatky aplikovat v dalších odborných předmětech.		
Téma	Rozsah učiva	Počet hodin teorie	Počet hodin cvičení
Vlastnosti ionizujícího záření a struktura atomu	Vlastnosti ionizujícího záření (elektromagnetické, elektrony, ionty, neutrony) a dalších fyzikálních činitelů (elektrická energie, statická elektrická/magnetická pole ve zdravotnictví). Vlastnosti základních částic (hmotnost, náboj, spin), anihilace, formy energie a typy sil v přírodě, vlastnosti částic. Struktura atomu a jádra, modely jádra, izotopy, izobary. Jaderné a elektronové energetické hladiny, ionizace, jaderné izomery, Augerův jev. Vlastnosti neutronových svazků (včetně zpomalení a zeslabení).	6	2
Radioaktivní přeměna a jaderné reakce	Stabilita jader, druhy radioaktivní přeměny (alfa, beta plus, beta mínus, gama, izomery, elektronový záchyt, vnitřní konverze), přeměnová schémata, spektra gama a beta přeměny, přeměna a rovnice sekulární/dočasné rovnováhy. Hlavní typy jaderných reakcí, včetně fotojaderných.	1	1
Interakce ionizujícího záření s hmotou	Kvantitativní a detailní popis interakcí ionizujícího záření s neživou a živou hmotou (včetně absorpce a depozice energie) včetně interakcí mezi elektrony a orbitálními elektrony, elektrony a jádrem. Brzdná schopnost, hmotnostní brzdná schopnost, zeslabení elektronových svazků. Fotoelektrický jev, Rayleighův a Comptonův rozptyl, produkce párů a změny v účinných průřezech a úhlových distribucích rozptýlených fotonů a sekundárních elektronů v závislosti na fotonové energii, atomovém čísle a hustotě zeslabujícího materiálu, kerma, koeficienty zeslabení. Interakce protonů a těžkých nabitých částic (brzdná schopnost, Betheho formule, Braggův pík, dosah). Interakce neutronů včetně aktivace. Statistika jaderné přeměny. Svazky záření, charakteristiky radiačních polí ve vzduchu a v tkáni.	23	7

Výsledky vzdělávání	<p>Absolvent¹ bude po absolvování ZM1 znát:</p> <ul style="list-style-type: none"> • základní vlastnosti přímo i nepřímo ionizujícího záření, • radioaktivní přeměnu, • typy jaderných reakcí, • interakce ionizujícího záření s hmotou. <p>Absolvent bude připraven na tyto činnosti: rozumět základním principům jaderné a radiační fyziky, které aplikuje v dalších modulech</p>
Způsob ukončení modulu	Hodnocení úrovně dosažených výsledků vzdělávání – ústní zkouška

3.1.2 Učební osnova základního teoretického modulu 2

Základní modul – ZM2	Dozimetrie, detektory ionizujícího záření a elektronika		
Rozsah modulu	120 hodin:		
Anotace modulu	Modul je koncipován jako blok teoretických předmětů, jejichž součástí jsou cvičení (výpočetní úlohy) k osvojení získaných znalostí. Poskytuje v profesní přípravě radiologického fyzika základní znalost o dozimetrii a detekci ionizujícího záření. Součástí modulu je elektronika pro problémy v radiologické fyzice.		
Cíl modulu	Cílem modulu je, aby účastníci kurzu získali takové poznatky, které jim umožní porozumět základním principům dozimetrie a detekce ionizujícího záření, včetně typů detektorů a jejich vlastností, a včetně základních poznatků z elektroniky.		
Téma	Rozsah učiva	Počet hodin teorie	Počet hodin cvičení
Dozimetrie	Přímo a nepřímo ionizující záření, dozimetrické veličiny (včetně jednotek a jejich vzájemných vztahů) používaných pro zhodnocení přínosných nebo nežádoucích biologických účinků ionizujícího záření (ICRU 85, 2011). Vztah mezi různými dozimetrickými veličinami (fluence energie, kerma a absorbovaná dávka pro fotonové svazky včetně konceptu rovnováhy nabitých částic). Operační veličiny (včetně jednotek a vzájemných vztahů) používaných v osobní dozimetrii a pro monitorování prostředí pro zevní fotonové záření. Metody jejich měření/výpočtu. Metrologie (kalibrace v kalibrační laboratoři a in-situ, návaznosti, primární a sekundární etalony, ověření přístrojů). Klinická dozimetrie v radioterapii – národní a mezinárodní (IAEA) protokoly pro stanovení absorbované dávky ve vodě či voděekvivalentních fantomech pro fotonové, elektronové, protonové svazky a svazky těžkých nabitých částic s použitím různých typů detektorů (ionizační komory, diody, filmy, TLD). Způsoby	40	30

¹ Pro potřeby tohoto vzdělávacího programu je používáno generické maskulinum.

	<p>in-vivo dozimetrie a vhodné detektory k in-vivo dozimetrii v radioterapii. Kalibrační řetězec pro detektory používané v radiační onkologii. Koncepty in-vivo dozimetrie pro nabité ionty včetně metod ověření dosahu částic s použitím PET. Doporučené metody pro stanovení referenčního kermového příkonu (RAKR) a kermové vydatnosti pro LDR/HDR/PDR zdroje v brachyterapii. Význam, charakteristiky, výhody a nevýhody detektorů použitých pro stanovení referenčního kermového příkonu v brachyterapii. Dozimetrie v nereferenčních podmínkách (např. při prodloužené SSD, či mimo osu svazku záření). Koncepty a metody relativní dozimetrie: dávková distribuce na ose svazku záření ve vodě, faktory velikosti pole (efekty rozptylu v hlavici ozařovače a ve fantomu, závislost na ozařovacích parametrech), 3D dávková distribuce, profily svazku (oblast polostínu, homogenita, symetrie), vliv modifikátorů svazku jako jsou pevné (fyzikální) a virtuální (dynamické, motorizované) klíny, kompenzátory a bolusy. Klinická dozimetrie v radiodiagnostice a intervenční radiologii - použití dávkových veličin a indexů pro měření na fantomech a na pacientech, přístroje používané pro dozimetrii – ionizační komory, polovodičové detektory, KAP-metry. Kalibrace přístrojů, navázání přístrojů. Referenční rtg svazky (RQR, RQA, RQT), korekční faktory. Integrovaná dozimetrie (gafchromické filmy, TLD) pro dozimetrii kůže pacientů, jejich kalibrace, korekční faktory. Klinická dozimetrie v nukleární medicíně (základní principy, MIRD, korekce – zeslabení, vliv pozadí, korekce na rozptyl, geometrii měření, použité stínění, kolimátory, mrtvá doba, efekt částečného objemu, další negativní jevy způsobené elektronikou; omezení metod, základní koncepty kompartmentové analýzy, výpočty absorbovaných dávek, počítačové kódy používané pro výpočet, určení kumulované aktivity z křivky závislosti aktivity na čase, regresní metody, kompartmentová analýza), přístroje používané pro dozimetrická měření (výhody a nevýhody jednotlivých typů, sondy, studnové ionizační komory, studnové scintilační detektory, gama kamery, PET kamery, hybridní systémy), kalibrace (kalibrační faktory, použité fantomy, nastavení a měření pro účely kvantifikace obrazů, vliv nastavení přístrojů na měření aktivity – energetická okna, kolimátory, délka měření, statistika; vliv rozložení měření v čase na výsledky – časové body měření pacientů).</p>		
<p>Detektory záření</p>	<p>Teorie pevných látek s důrazem na polovodiče. Hlavní typy detektorů, módy jejich použití, odezva. Měřidla ionizujícího elektromagnetického záření (včetně vzduchem plněných detektorů, teorie dutiny, Braggův-Grayův princip, konverze náboje na absorbovanou dávku), polovodiče, scintilační-optické systémy (pevnolátkové a kapalinové), integrovaná dozimetrie – termoluminiscence, opticky stimulovaná luminiscence OSL, filmy včetně radiochromických, chemické a biochemické detektory. Vlastnosti detektorů (spektrum, výška pulzu, rozlišení energie, závislost měřených počtů impulzů na aktivitě vzorku / dávkovém příkonu a platů,</p>	<p>46</p>	

	detekční účinnost a energetická závislost, mrtvá doba, detekční práh a časové rozlišení. Výhody a nevýhody různých typů osobních a patientských dozimetrů a monitorů prostředí pro různé typy ionizujícího a neionizujícího záření včetně kritérií výběru (přesnost, správnost, nejistoty, linearita, závislost na dávkovém příkonu, energii a směru, prostorové rozlišení, velikost detektoru, efektivita odečtu, snadnost použití), management, kalibrace, návaznost (národní i mezinárodní), uživatelské protokoly (v případě dozimetrie záření včetně teorie dutiny).		
Elektronika	Charakteristiky běžných elektronických komponent a integrovaných obvodů. Elektronické součástky použité v systémech detekce záření. Hlavní elektronické součástky použité pro získávání a zpracování signálu v detektorech ionizujícího záření (zesilovače, prvky tvarování svazku, diskriminátory, analyzátory výšky pulzu, čítače, koincidenční prvky, hradla). Klasifikace signálů, konverze na digitální formu, převodníky, zpracované signály (jako funkce času, prostorových souřadnic nebo obojího, pro kontinuální a pulsní signály).	4	
Výsledky vzdělávání	<p>Absolvent bude po absolvování ZM2 znát:</p> <ul style="list-style-type: none"> • základní způsoby detekce ionizujícího záření, • základní typy detektorů a princip jejich funkčnosti, • elektroniku důležitou pro oblasti radiologické fyziky, • interakce ionizujícího záření s hmotou. <p>Absolvent bude připraven na tyto činnosti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozumět základním teoretickým principům pro provádění základní klinické dozimetrie 		
Způsob ukončení modulu	Hodnocení úrovně dosažených výsledků vzdělávání – ústní zkouška		

3.1.3 Učební osnova základního teoretického modulu 3

Základní modul – ZM3	Lékařská informatika a programování
Rozsah modulu	20 hodin: 15 hodin teorie, 5 hodin cvičení
Anotace modulu	Modul je koncipován jako blok teoretických předmětů, jejichž součástí jsou cvičení (úlohy) k osvojení získaných znalostí. Poskytuje v profesní přípravě radiologického technika základní znalost o nemocničních informačních systémech, počítačových sítích a různých formátech dat pro potřeby radiologické fyziky. Dále poskytuje základní znalost programování v běžném programovacím jazyce a základů algoritmizace. Součástí modulu je legislativa týkající se zpracování zdravotnických dat.
Cíl modulu	Cílem modulu je, aby účastníci kurzu získali takové poznatky, které jim umožní porozumět používaným typům nemocničních systémů,

	počítačových sítí a různým typům dat používaným v oblasti radiologické fyziky. Účastníci kurzu budou ovládat základní programovací techniky pro řešení problémů v radiologické fyzice.		
Téma	Rozsah učiva	Počet hodin teorie	Počet hodin cvičení
Lékařská informatika	Znalost pojmů lékařské informatiky jako jsou jednoznačný patientský identifikátor, zdravotní záznam a kódy nemocí, bezpečnostní aspekty a rizika spojená s používáním ICT v praxi radiologického fyzika, řízení klinických procesů a postup pacienta těmito procesy z pohledu radiologického fyzika, práce s nemocničními informačními systémy, radiologickými informačními systémy a systémy PACS, standardy HL7, IHE, DICOM, DICOM-RT a DASTA, nástroje pro práci s daty ve formátu DICOM (čtení hlavičky, zpracování pixeldat), základní znalosti počítačových sítí (použití ping, http, ftp, sftp) a způsobů propojení zdravotnických přístrojů, práce se systémy pro sledování dávky, legislativa týkající se zpracování zdravotnických dat.	10	
Programování	Základy algoritmizace, operační systémy, základy programování v běžném programovacím jazyce s důrazem na práci s maticemi, aplikace numerických metod a zpracování velkého množství dat. Objekty, funkce, procedury.	5	5
Výsledky vzdělávání	<p>Absolvent bude po absolvování ZM3 znát:</p> <ul style="list-style-type: none"> • základní typy nemocničních informačních systémů, • formáty dat pro potřeby radiologické fyziky, • programování pro práci s maticemi a aplikaci numerických metod. <p>Absolvent bude připraven na tyto činnosti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • skripting v radiologické fyzice • orientace v lékařské informatice 		
Způsob ukončení modulu	Hodnocení úrovně dosažených výsledků vzdělávání – ústní zkouška		

3.1.4 Učební osnova základního teoretického modulu 4

Základní modul – ZM4	Radiobiologie
Rozsah modulu	25 hodin: 23 hodin teorie, 2 hodiny cvičení
Anotace modulu	Modul je koncipován jako blok teoretických předmětů, jejichž součástí je cvičení (řešení výpočetních úloh) k osvojení získaných znalostí. Poskytuje v profesní přípravě radiologického technika základní znalost o radiobiologických účincích ionizujícího záření, a dále znalost uplatnění těchto

	principů v radioterapii.		
Cíl modulu	Cílem modulu je, aby účastníci kurzu získali takové poznatky, které jim umožní porozumět chování ionizujícího záření ve vztahu k živým tkáním, a naučil je aplikovat použité poznatky na specifické oblasti při lékařském ozáření.		
Téma	Rozsah učiva	Počet hodin teorie	Počet hodin cvičení
Základní principy radiobiologie	Biologické modely pro přínosné a nežádoucí biologické účinky ionizujícího záření. Časné a pozdní reakce na ozáření. Teratogenní a genetické účinky záření. Faktory ovlivňující velikost biologického účinku a jejich změny za účelem zlepšení klinických výstupů (radiobiologické modely, epidemiologie, mutageneze, karcinogeneze včetně leukemogeneze), genetické efekty na potomstvu po ozáření gamet, teratogenní efekty, účinky na kůži, katarakta oční čočky, křivky přežití, lineárně-kvadratický model, absorbovaná dávka, typy záření (radiobiologická účinnost, radiační váhový faktor), radiosenzitivita tkání (LET, RBE, tkáňový váhový faktor), dávkový příkon, přítomnost látek zvyšujících radiosenzitivitu, kyslík a radioprotektiva, věk, vztah dávky a účinku. Nežádoucí biologické účinky (včetně mechanismu účinku) ionizujícího záření na pracovníky a obyvatelstvo včetně faktorů ovlivňujících velikost biologického efektu. Principy biologického monitorování a biologické dozimetrie.	20	
Radiobiologie v radioterapii	Klinická radiobiologie v radioterapii: Modely poškození DNA, přežití buněk, opravy buněk a frakcionační schémata. Radiosenzitivita příslušných tkání a toleranční dávky zdravých tkání (tj. QUANTEC). Radiobiologický princip použití různých strategií léčby (frakcionace, dávkový příkon, zvýšení radiosenzitivity, reoxygenace) v radioterapii. Terapeutický poměr. Odezva na terapeutické dávky ze zdrojů rentgenova záření, elektronů, protonů a těžkých nabitých iontů na molekulární, buněčné, tkáňové a makroskopické úrovni pro tumory a zdravé tkáně.	3	2
Výsledky vzdělávání	<p>Absolvent bude po absolvování ZM4 znát:</p> <ul style="list-style-type: none"> • biologické účinky ionizujícího záření, • radiobiologické principy relevantní v radioterapii. <p>Absolvent bude připraven na tyto činnosti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • provádění základních radiobiologických výpočtů 		
Způsob ukončení modulu	Hodnocení úrovně dosažených výsledků vzdělávání – ústní zkouška		

3.2 Učební osnovy odborných modulů – povinných

3.2.1 Učební osnova odborného teoretického modulu 1

Odborný modul – OM 1	Radiologická fyzika v radioterapii		
Rozsah modulu	40 hodin: 30 hodin teorie, 10 hodin cvičení		
Anotace modulu	Modul je koncipován jako teoretický předmět s praktickými cvičeními k osvojení získaných znalostí, který poskytuje účastníkům kurzu základní znalosti o radiologické fyzice v radioterapii.		
Cíl modulu	Cílem modulu je získání základních poznatků o radiologické fyzice v radioterapii.		
Téma	Rozsah učiva	Počet hodin teorie	Počet hodin cvičení
Přístroje v radioterapii	Komponenty zobrazovacích systémů používaných v radioterapii. Význam, komponenty, výhody a nevýhody rentgenových ozařovačů pro radioterapii, kobaltových ozařovačů, lineárních urychlovačů (pro svazky s homogenizačním filtrem i bez něj) a dalších systémů pro megavoltážní terapii brzdným zářením, gama zářením či vysokoenergetickými elektronovými svazky (tomoterapie, lineární urychlovače na robotickém rameni, pojezdové urychlovače, zařízení pro intraoperační radioterapii, gama nůž, CyberKnife), cyklotrony a sychrotrony (protony a těžké nabitě částice) a pro afterloadingové systémy pro brachyterapii. Význam a charakteristiky ozařovačů pro radioterapii protony a těžkými nabitými částicemi. Způsoby tvorby ozařovacího svazku protony a těžkými nabitými částicemi (pasivní, aktivní) včetně modulace intenzity a kompenzace pohybů orgánů. Komponenty hardware a software plánovacích systémů a přidružených standardů (DICOM, DICOM-RT). Radionuklidy a uzavřené zdroje používané v brachyterapii a jejich klinické použití. Permanentní a dočasné aplikace v brachyterapii.	10	
Ozařovací techniky a plánování léčby v radioterapii	Fyzikální principy, možnosti a omezení různých ozařovacích technik externí radioterapie: 3D konformní radioterapie, rotační techniky (konformní rotační techniky, dynamické rotační techniky), nekoplanární ozařování. Význam a charakteristiky různých typů zobrazovacích zařízení v radioterapeutické ozařovně (EPID, kV-MV, CBCT, stereoskopické rentgenové zobrazovací systémy, CT v ozařovnách, magnetická rezonance, ultrazvuk). Geometrická přesnost zobrazovacích systémů využívaných v radiační onkologii. Význam plánovacích systémů (TPS), výpočet dávkové distribuce (včetně nástrojů BEV, DRR, DVH). Principy a postupy plánování léčby a optimalizace dávky s využitím plánovacích systémů (včetně jejich omezení) pro pacienty podstupující léčbu fotonovými, elektronovými protonovými svazky a svazky těžkých nabitých částic (včetně speciálních technik jako je stereotaktické ozařování, IMRT, VMAT). Principy a postupy plánování léčby brachyterapií s využitím plánovacích systémů, algoritmy pro výpočet dávky (TG-43). ICRU terminologie a doporučení pro definici cílových objemů (GTV, CTV, PTV, PRV), kritické orgány a specifikace dávek a objemů,	10	6

	volba bezpečnostních lemů včetně národních doporučení (ICRU 50, 62, 83). Klinická specifikace ozařovacích polí v externí radioterapii. Různé zobrazovací modalities (včetně PET/CT, PET/MRI a ultrazvuku) v různých fázích procesu radioterapie. Metody sledování pohybu orgánů při radioterapii. Použití CT simulátorů a virtuální simulace pro tvorbu ozařovacího plánu a pro účely optimalizace. Vliv různého geometrického uspořádání svazků a zařízení pro modifikaci svazku (fyzikální a virtuální klíny, bloky, MLC, bolus) a vliv váhování příspěvků jednotlivých ozařovacích polí při tvorbě dávkové distribuce. Termín normalizace. IMRT techniky pro tvorbu optimalizovaných dávkových distribucí: IMRT při statickém rameni ozařovače (statické či dynamické MLC), rotační techniky IMRT (sériová a helikální tomoterapie, VMAT). 4D plánovací systémy. Adaptivní radioterapie. Matematické algoritmy pro výpočet dávky. Modely pre-planningu pro intrakavitární a intersticiální brachyterapii (GEC ESTRO, Manchesterský systém, Pařížský systém, dozimetrie s využitím obrazové informace). Záznamové a verifikační systémy v radioterapii.		
Fyzikální principy radioterapie	Fyzikální a radiobiologické výhody protonů a těžkých nabitých částic a klinické indikace jejich použití. Terminologie při dozimetrii fotonových, elektronových a protonových svazků v radiační onkologii (tj. PDD, TMR, TPR, OAR). Definice referenčních podmínek pro fixní-SSD a izocentrické přístupy plánování radioterapie. Vztah dávky a účinku s ohledem na bezpečnost pacienta včetně uvážení fyzikálních a biologických aspektů, odezva tkání na záření na molekulární, buněčné a makroskopické úrovni. Kvalita svazku v externí radioterapii pro fotonové svazky, parametry kvality svazku a dosahu u elektronových svazků.	6	4
Klinická dozimetrie a kontrola kvality v radioterapii, řízení rizik	Zkoušky zdrojů (QC) ozařovačů používaných v externí radioterapii, brachyterapii, příslušných zobrazovacích systémů a plánovacích systémů. Dozimetrické audity.	4	
Výsledky vzdělávání	<p>Absolvent bude po absolvování OMI znát:</p> <ul style="list-style-type: none"> základní poznatky o principech radiologické fyziky v radioterapii. <p>Absolvent bude připraven na tyto činnosti:</p> <ul style="list-style-type: none"> rozumět teoretickým základům pro činnosti radiologického technika v radioterapii 		
Způsob ukončení modulu	Hodnocení úrovně dosažených výsledků vzdělávání – ústní zkouška		

3.2.2 Učební osnova odborného teoretického modulu 2

Odborný modul – OM 2	Základy radiologické fyziky v radiodiagnostice a intervenční radiologii		
Rozsah modulu	40 hodin: 30 hodin teorie, 10 hodin cvičení		
Anotace modulu	Modul je koncipován jako teoretický předmět s praktickými cvičeními k osvojení získaných znalostí, který poskytuje účastníkům kurzu základní znalosti o radiologické fyzice v radiodiagnostice a intervenční radiologii.		
Cíl modulu	Cílem modulu je získání základních poznatků o radiologické fyzice v radiodiagnostice a intervenční radiologii.		
Téma	Rozsah učiva	Počet hodin teorie	Počet hodin cvičení
Přístroje a techniky v radiodiagnostice a intervenční radiologii	Konstrukce rentgenového zařízení (rentgenový zdroj, generátor, ovladač), vznik rtg záření, rtg spektrum a jeho parametry, filtrace (základní a přídavná). Receptory rtg obrazu (DR, CR, film, zesilovač obrazu) a jejich parametry (kvantová detekční účinnost, expoziční index), rekonstrukce obrazu, zpracování obrazu (postprocessing – redukce šumu, zvýraznění hran) a zobrazení (LUT tabulka, WW, WL). Popis a specifiky rtg zobrazovacích modalit (konstrukce systému, geometrie, expoziční parametry a jejich vliv na kvalitu obrazu a dávku pacientovi, používané receptory obrazu, expoziční automatika) – skiografie, mamografie (včetně digitální tomosyntézy a stereotaktických systémů), skiaskopie, a intervenční výkony (angiografie, DSA a další softwarové nástroje), CT (náběr dat – helikální, sekvenční); rekonstrukce obrazu – sinogram zpětná projekce, filtrovaná zpětná projekce, iterativní rekonstrukce; CT číslo (HU), automatická modulace proudu, automatická volba napětí), CT perfuze, CT intervenční výkony, intraorální a ortopantomografické zobrazení, cone-beam CT, kostní denzitometrie, dual energy zobrazení.	10	6
Kvalita obrazu	Fyzikální kvalita obrazu a její kvantitativní hodnocení (prostorové rozlišení, kontrast, šum, rozptylové funkce, MTF, SNR, CNR, DQE; rozlišení při vysokém a nízkém kontrastu, artefakty), tolerance pro jednotlivé zobrazovací modalitty. Neostrost obrazu a její složky. Šum a jeho složky.	8	3
Klinická dozimetrie a kontrola kvality v radiodiagnostice a intervenční radiologii	Dozimetrické veličiny – P_{KA} , K_i , K_e , střední dávka v mléčné žláze, $CTDI_{air}$, $CTDI_w$, $CTDI_{VOL}$, P_{KL} , orgánová dávka, efektivní dávka. Kontrastní látky – pozitivní a negativní.	6	1
Radiační ochrana v radiodiagnostice	Radiační ochrana pacientů a personálu na rtg pracovištích. Dozimetrie kůže pacientů. Stochastické účinky a tkáňové reakce v radiodiagnostice. Ozáření v těhotenství. Optimalizace vyšetření. Senzitivita a specifita, ROC analýza.	6	

ce a intervenční radiologii	Národní a místní diagnostické referenční úrovně, národní a místní radiologické standardy, indikační kritéria, klinické audity. Zkoušky dlouhodobé stability a provozní stálosti. Seznámení s příslušnými dokumenty – IAEA, ICRP, ICRU, AAPM, doporučení SÚJB.		
Výsledky vzdělávání	<p>Absolvent bude po absolvování OM 2 znát:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Základní poznatky o principech radiologické fyziky v radiodiagnostice a intervenční radiologii. <p>Absolvent bude připraven na tyto činnosti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozumět teoretickým základům pro činnosti radiologického technika v radiodiagnostice 		
Způsob ukončení modulu	Hodnocení úrovně dosažených výsledků vzdělávání – ústní zkouška		

3.2.3 Učební osnova odborného teoretického modulu 3

Odborný modul – OM 3	Základy radiologické fyziky v nukleární medicíně		
Rozsah modulu	40 hodin: 30 hodin teorie, 10 hodin cvičení		
Anotace modulu	Modul je koncipován jako teoretický předmět s praktickými cvičeními, který poskytuje účastníkům kurzu základní znalosti o radiologické fyzice v nukleární medicíně.		
Cíl modulu	Cílem modulu je získání základních poznatků o radiologické fyzice v nukleární medicíně.		
Téma	Rozsah učiva	Počet hodin teorie	Počet hodin cvičení
Přístroje v nukleární medicíně	Výroba radionuklidů s použitím cyklotronů, reaktorů a generátorů. Popis základních součástí jednotlivých zobrazovacích modalit. Fyzikální a technické základy zobrazovacích metod v nukleární medicíně (planární gama kamery, SPECT, PET, hybridní přístroje, dedikované přístroje). Analytické a iterativní rekonstrukce obrazu v nukleární medicíně. Využití hybridních systémů.	8	2
Fyzikální principy nukleární medicíny	Fyzikální základy nukleární medicíny, výhody a nevýhody zobrazování v nukleární medicíně, silné stránky a omezení zobrazovacích přístrojů. Využití	8	2

	různých typů radioaktivních přeměn v nukleární medicíně.		
Klinická dozimetrie a kontrola kvality v nukleární medicíně	Detektory ionizujícího záření v nukleární medicíně (popis funkce, pozadí, stabilita, reprodukovatelnost, minimální detekovatelné četnosti, energetické rozlišení, časové rozlišení, citlivost, prostorová rozlišovací schopnost, vlastnosti ovlivňující měření). Statistika při měřeních v nukleární medicíně. Kontrola kvality (sondy, studnové scintilační detektory, studnové ionizační komory, gama kamery, SPECT, PET, hybridní systémy, dedikované systémy). Rozdíl mezi morfologickým a funkčním obrazem. Fyzikální parametry radionuklidů používaných pro kontroly kvality a jejich důsledky pro radiační ochranu.	10	5
Zobrazování v nukleární medicíně	Kvalita obrazu (prostorové rozlišení, kontrast, šum, SNR). Vliv akvizičních a rekonstrukčních parametrů na kvalitu obrazu.	2	1
Radiační ochrana v nukleární medicíně	Princip ALARA ve vztahu k bezpečnosti pacientů a optimalizaci dávek v nukleární medicíně.	2	
Výsledky vzdělávání	<p>Absolvent bude po absolvování OM 3 znát:</p> <ul style="list-style-type: none"> Základní poznatky o principech radiologické fyziky v nukleární medicíně <p>Absolvent bude připraven na tyto činnosti:</p> <ul style="list-style-type: none"> rozumět teoretickým základům pro činnosti radiologického technika v nukleární medicíně 		
Způsob ukončení modulu	Hodnocení úrovně dosažených výsledků vzdělávání – ústní zkouška		

3.2.4 Učební osnova odborného teoretického modulu 4

Odborný modul – OM 4	Radiační ochrana		
Rozsah modulu	30 hodin teorie		
Anotace modulu	Modul je koncipován jako teoretický předmět, který poskytuje účastníkům kurzu základní znalosti o radiační ochraně.		
Cíl modulu	Cílem modulu je získání základních poznatků o radiační ochraně.		
Téma	Rozsah učiva	Počet	Počet

		hodin teorie	hodin cvičení
Principy radiační ochrany	Tkáňové reakce a stochastické účinky. Zdroje vnitřního a vnějšího ozáření. Národní, evropské a mezinárodní organizace zabývající se radiační ochranou pacientů (ICRP, CNIRP, IAEA, EC, WHO, UNSCEAR), národní, evropská a mezinárodní doporučení o radiační ochraně při lékařském ozáření. Role ICRP v rozvoji dozimetrických formalismů, použití ICRP referenčního fantomu. Základní principy radiační ochrany (zdůvodnění, optimalizace, ALARA, limity, zabezpečení zdroje). Radiační ochrana pracoviště a pracovníků v nukleární medicíně, radiodiagnostice a intervenční radiologii a radioterapii. Radiační ochrana těhotných a kojících pracovníků. Radiační ochrana žáků a studentů připravujících se na budoucí povolání zahrnující nakládání se zdroji ionizujícího záření. Radiační ochrana obyvatelstva. Radiační ochrana pacientů (včetně pediatrických pacientů) a osob doprovázejících pacienty k lékařskému ozáření. Výpočet stínění ozařoven, příslušenství a osobní ochranné pomůcky. Kontaminace a dekontaminace osob a prostředí v nukleární medicíně. ICRP/MIRD při stanovování dávek z interního ozáření. Snižování vnitřního ozáření pracovníků a obyvatelstva v nukleární medicíně. Metody snižování dávek ze zevního ozáření (vydatnost zdroje, expoziční časy, vzdálenost a stínění), praktická aplikace těchto principů v radiační ochraně pracovníků a obyvatelstva. Dohled nad dodržováním radiační ochrany. Management použití uzavřených a otevřených radionuklidových zdrojů, včetně požadavků na jejich skladování, stínění, dokumentování a kontrolu. Požadavky na management a likvidaci radioaktivního odpadu a přepravu radioaktivních látek.	18	
Veličiny a jednotky v radiační ochraně	Detektory v osobní dozimetrii. Definice a měření nebo výpočet operačních veličin (včetně jednotek a jejich vztahů) používaných v osobní dozimetrii. Veličiny pro monitorování dávky v radiační ochraně pracovníků a obyvatelstva. Operační veličiny osobního monitorování a monitorování pracoviště. Monitorovací úrovně.	10	
Radiologické události	Prevence radiologických událostí, analýza rizik a havarijní připravenost ve vztahu k oborům radiologické fyziky. Metody analýzy rizik (analýza kořenových příčin, analýza selhání a jejich dopadů). Vyhodnocování a evidence radiologických událostí.	2	

Výsledky vzdělávání	Absolvent bude po absolvování OM 4 znát: <ul style="list-style-type: none">• základní principy radiační ochrany u obyvatelstva i při lékařském ozáření,• výpočet stínění ozařoven,• veličiny a jednotky v radiační ochraně,• způsoby hodnocení radiologických událostí. Absolvent bude připraven na tyto činnosti: <ul style="list-style-type: none">• aplikovat základní principy radiační ochrany• provádění analýzy radiologických událostí
Způsob ukončení modulu	Hodnocení úrovně dosažených výsledků vzdělávání – ústní zkouška

3.2.5 Učební osnova odborného teoretického modulu 5

Odborný modul – OM 5	Další zobrazovací metody (magnetická rezonance a ultrazvuk)		
Rozsah modulu	25 hodin teorie		
Anotace modulu	Modul je koncipován jako teoretický předmět, který poskytuje účastníkům kurzu základní znalosti o magnetické rezonanci a ultrazvuku.		
Cíl modulu	Cílem modulu je získání základních poznatků o využití magnetické rezonance a ultrazvuku v lékařství.		
Téma	Rozsah učiva	Počet hodin teorie	Počet hodin cvičení
Neionizující záření	Detailní vysvětlení interakce neionizujícího elektromagnetického vlnění, statického elektrického a magnetického pole s neživou a živou tkání (absorpce a depozice energie): ultrazvuk (absorpce, odraz, rozptyl, akustická impedance, nelineární propagace), statické elektrické a magnetické pole, vysoko-frekvenční pole (RF); optická radiace včetně laserů.	5	
Magnetická rezonance	Vysvětlení základních principů MR (chování jader ve statickém magnetickém poli), vektor magnetizace a Larmorova frekvence, působení radiofrekvenčního pulzu, relaxační mechanismy a časy (T1, T2, T2*), magnetizace v rotující soustavě souřadné, kontrast v obraze MR, kontrastní látky pro MR, princip jejich funkce a aplikace. Vysvětlení funkce základních komponent systému MR (magnet a jeho součásti, gradientní systém – maximální amplituda, slew-rate, linearita, vliv vířivých proudů; radiofrekvenční systém – vysílací/přijímací část, RF cívky; počítač a řídicí systém, význam jednotlivých komponent v klinickém zobrazování i výzkumných metodách). Vysvětlení vzniku obrazu MR (prostorové kódování signálu, možnosti rychlého náběru k-prostoru, paralelní imaging). Základní typy zobrazovacích sekvencí (spinové echo (SE), rychlé (turbo) SE; gradientní echo, inversion recovery, ultra rychlé sekvence. Bezpečnostní aspekty MR (fyzikální efekty a interakce s živým organismem, možné důsledky; statické magnetické pole – hygienické limity; proměnné magnetické pole, souvislost se stimulací periferních nervů, hygienické limity; RF energie – SAR, hygienické limity; riziko spojené s implantáty a implantovanými přístroji).	10	
Ultrazvuk	Fyzikální princip ultrazvuku (definice mechanického vlnění; veličiny ultrazvukového pole – modul roztažnosti, harmonické	10	

	<p>vlny, harmonické kmity, intenzita ultrazvuku, radiační tlak; rychlost šíření UZ, akustická impedance; interakce vlnění s prostředím – odraz, lom, rozptyl, absorpce; lineární šíření ultrazvuku; nelineární šíření ultrazvuku).</p> <p>Technické aspekty ultrazvukového zobrazení (piezoelektrický jev; diagnostické sondy; fokusace; elektronické zpracování UZ vlnění – PRP, PRF, TGC, dodatečné zpracování).</p> <p>Zobrazovací módy pro diagnostické zobrazování (A mód; B mód – 2D, 3D, 4D; M mód; elastografie).</p> <p>Kvalita 2D zobrazení (prostorové rozlišení – axiální, laterální, tloušťka řezu; kontrastní rozlišení – dynamický rozsah, SNR); compound imaging, spekle a jejich redukce; artefakty B módu).</p> <p>Dopplerův jev (princip; technické aspekty; typy zobrazení – CW, PW, spektrální záznam, barevný doppler, power doppler; využití, limitace).</p> <p>Harmonické zobrazení (princip, kontrastní harmonické zobrazení, PI, PM, PMPI; využití; výhody).</p> <p>Kontrastní látky v ultrazvuku (definice; farmakokinetika; mechanický index).</p> <p>Fúze UZ s další modalitou (princip detekce polohy UZ obrazu; možnost registrace UZ obrazu s další modalitou – manuální, automatické).</p> <p>Biologické účinky ultrazvuku (mechanické účinky, tepelné účinky; bezpečné limity energetických hodnot při UZ vyšetřeních).</p>		
<p>Výsledky vzdělávání</p>	<p>Absolvent bude po absolvování OM 5 znát:</p> <ul style="list-style-type: none"> • základní aspekty využití neionizujícího záření v lékařství, • principy zobrazování magnetickou rezonancí, • principy zobrazování ultrazvukem. <p>Absolvent bude připraven na tyto činnosti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozumět teoretickým základům pro činnosti radiologického technika v oblasti využití neionizujícího záření 		
<p>Způsob ukončení modulu</p>	<p>Hodnocení úrovně dosažených výsledků vzdělávání – ústní zkouška</p>		

3.2.6 Učební osnova odborného teoretického modulu 6

<p>Odborný modul – OM 6</p>	<p>Předměty zdravotnického základu</p>
<p>Rozsah modulu</p>	<p>16 hodin</p>

Anotace modulu	Modul je koncipován jako teoretický předmět, který poskytuje účastníkům kurzu základní znalosti o anatomii a fyziologii, patofyziologii v zobrazovacích metodách, systému řízení kvality ve zdravotnictví, organizaci a řízení zdravotních služeb, hodnocení zdravotnických technologií (HTA), etice ve zdravotnictví, základech první pomoci, klinické propedeutice a legislativě ve zdravotnictví.		
Cíl modulu	Cílem modulu je získání základních poznatků o anatomii a fyziologii, patofyziologii v zobrazovacích metodách, systému řízení kvality ve zdravotnictví, organizaci a řízení zdravotních služeb, hodnocení zdravotnických technologií (HTA), etice ve zdravotnictví, základech první pomoci, klinické propedeutice a legislativě ve zdravotnictví.		
Téma	Rozsah učiva	Počet hodin teorie	Počet hodin praktický nácvik
Úvod do anatomie a fyziologie	Oblasti biologických věd (anatomie, fyziologie, patologie, buněčné a biomolekulární vědy). Obecná anatomie, obecná fyziologie, genetika, embryologie.	2	
Systém řízení kvality ve zdravotnictví, organizace řízení zdravotních služeb	Koncepty kvality, bezpečnosti, rizik a cost-benefit analýzy ve zdravotnictví. Principy managementu ve zdravotnictví. Funkce zdravotnických organizací (národních, mezinárodních). Strategické plánování. Kontinuální zvyšování kvality, klinický audit, řízení kvality ve zdravotnictví, zodpovědnosti zdravotnických pracovníků v systému činnosti pro zabezpečování kvality v oblasti radiologické fyziky. ISO 9000, certifikace. Definování cílů. Medicína založená na důkazech a její využití v systému řízení kvality ve zdravotnictví. Zvyšování kvality s využitím zaznamenaných radiologických událostí. Specifikace kritérií přijatelnosti a specifikace zařízení pro účely výběrových řízení. Proces výběrového řízení a uvádění nových zařízení do provozu. Vyřazování starých zařízení z provozu. Klinický výzkum (legislativní základ, design, zajištění a kontrola kvality, statistické zpracování dat zaměřením na data klinická a epidemiologická).	2	
Etika ve zdravotnictví	Etické a právní aspekty zdravotní péče, ochrana dat a soukromí pacienta, nakládání s elektronickými daty. Epidemiologie. Kvantitativní a kvalitativní výzkum v humánní medicíně. Etické aspekty klinických studií s použitím ionizujícího záření. Etické komise, ochrana pacientů a dobrovolníků v biomedicínských výzkumech. Etika při vzdělávání zdravotnických pracovníků v oblastech zahrnujících kolektivní pacientské dávky. Nakládání s expozicemi v rámci výzkumu s využitím tolerančních dávek. Požadavky na zdravotnickou dokumentaci. Principy komunikace s pacienty	2	

	a rodinnými příslušníky ve stresových situacích.		
Základy první pomoci	Rozpoznávání stavů ohrožujících bezprostředně život a výkony první pomoci k zastavení zevního krvácení, k obnově a udržení průchodnosti dýchacích cest a základní neodkladná resuscitace.	4	2
Klinická propedeutika	Použití správné lékařské terminologie při komunikaci s ostatními zdravotnickými pracovníky. Znalost technologické infrastruktury pracoviště radioterapie, nukleární medicíny a radiodiagnostiky a intervenční radiologie a znalost vztahů v infrastruktuře s jinými zdravotnickými obory v rámci nemocnice při lékařském ozaření (kardiologie, chirurgie).	2	
Legislativa ve zdravotnictví	Evropská a národní legislativa, normy a doporučení, ve kterých je řešena profese radiologického fyzika. Funkce zdravotnických organizací (na národní i mezinárodní úrovni). Legislativa týkající se používání ionizujícího záření v medicíně. Legislativa týkající se ochrany dat. Národní radiologické standardy, místní radiologické standardy. Národní a mezinárodní bezpečnostní normy. Národní, mezinárodní, evropská legislativa vztahující se k používání ozařovačů, uzavřených a otevřených radionuklidových zdrojů.	2	
Výsledky vzdělávání	<p>Absolvent bude po absolvování OM 6 znát:</p> <ul style="list-style-type: none"> • základy anatomie a fyziologie, • systém řízení kvality ve zdravotnictví, • organizaci a řízení zdravotnických služeb, • etické principy ve zdravotnictví, • klinickou propedeutiku, • legislativu ve zdravotnictví. <p>Absolvent bude připraven na tyto činnosti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • činnosti související se zdravotnickými aspekty oboru radiologického technika • poskytování základní první pomoci ve zdrav. zařízení 		
Způsob ukončení modulu	Hodnocení úrovně dosažených výsledků vzdělávání – ústní zkouška		

3.2.7 Učební osnova odborného modulu 7

Odborný modul – OM 7	Praxe z radiologické fyziky v radioterapii	
Rozsah modulu	80 hodin u poskytovatele zdravotních služeb na pracovišti poskytující zdravotní péči v oblasti radioterapie	
Anotace modulu	Odborná praxe je koncipována jako praktický předmět. Umožňuje účastníkům kvalifikačního kurzu aplikovat znalosti získané v teoreticko-praktických disciplínách přímo v podmínkách poskytovatelů zdravotních služeb, pod odborným vedením školitele. Výkony se plní v akreditovaném zařízení při poskytování zdravotní péče.	
Cíl modulu	Cílem je získání, prohloubení a upevnění dovedností a návyků potřebných pro kvalitní a bezpečné poskytování zdravotní péče a souvisejících činností v rozsahu kompetencí radiologické technika v oblasti radioterapie, které jsou stanoveny vyhláškou č. 55/2011 Sb..	
Náplň odborné praxe		Minimální počet hodin
Seznámení se s přístrojovým vybavením a s rozvržením prostor pracovišť radiační onkologie. Praktická cvičení z kontroly kvality ozařovačů v radioterapii (radioterapeutické rentgeny, lineární urychlovače, HDR brachyterapeutické ozařovače, protonový ozařovač, stereotaktické ozařovače). Verifikace patientských plánů pro IMRT/VMAT. Stanovení absorbované dávky za referenčních podmínek, relativní dozimetrie (dávkové profily, procentuální hloubkové dávkové křivky, nereferenční podmínky na ose svazku záření) u nízkoenergetických rentgenových ozařovačů a rentgenových ozařovačů se středními energiemi, vysokoenergetických fotonových a elektronových svazků, protonového svazku. Stanovení kermové vydatnosti HDR zdroje pro brachyterapii. In-vivo dozimetrie. Plánování radioterapie.		80
Seznam výkonů		Minimální počet výkonů
Proces průchodu pacienta pracovištěm (CT simulátor příp. rtg simulátor, proces lokalizace, simulace, plánování léčby, verifikace polohy pacienta, ozáření)		1
Stanovení absorbované dávky vysokoenergetických fotonových svazků		1
Stanovení absorbované dávky vysokoenergetických elektronových svazků		1
Stanovení absorbované dávky rentgenových svazků nízkých energií		1
Stanovení absorbované dávky rentgenových svazků středních energií		1

Stanovení kermové vydatnosti pro afterloadingový ozařovač HDR brachyterapie	1
Relativní dozimetrie vysokoenergetických fotonových svazků (laterální profily, homogenita, symetrie, radiační velikost pole, faktory velikosti pole, klínové faktory, procentuální hloubkové dávkové křivky)	1
Relativní dozimetrie vysokoenergetických elektronových svazků (laterální profily, homogenita, symetrie, faktory velikosti pole, procentuální hloubkové dávkové křivky)	1
Relativní dozimetrie rentgenových svazků (radiační velikost pole, faktory velikosti pole, procentuální hloubkové dávkové křivky)	1
Praktické aspekty protonové radioterapie	1
Ověření bezpečnostních funkcí a mechanických parametrů radioterapeutických ozařovačů	1
Tvorba radioterapeutického plánu pro externí radioterapii	1
Předléčebná verifikace v radioterapii	1
In-vivo dozimetrie	1
Ověření rekonstrukčního procesu v brachyterapii	1
Celotělové ozařování	1
Stereotaktická radioterapie a radiochirurgie	1

3.2.8 Učební osnova odborného modulu 8

Odborný modul – OM 8	Praxe z radiologické fyziky v radiodiagnostice a intervenční radiologii
Rozsah modulu	80 hodin u poskytovatele zdravotních služeb na pracovišti poskytující zdravotní péči v oblasti radiodiagnostiky a intervenční radiologie
Anotace modulu	Odborná praxe je koncipována jako praktický předmět. Umožňuje účastníkům kvalifikačního kurzu aplikovat znalosti získané v teoreticko-praktických disciplínách přímo v podmínkách poskytovatelů zdravotních služeb na pracovištích poskytujících zdravotní péči v oblasti radiodiagnostiky a intervenční radiologie pod odborným vedením školitele. Výkony se plní v akreditovaném zařízení při poskytování zdravotní péče.
Cíl modulu	Cílem je získání, prohloubení a upevnění dovedností a návyků potřebných pro kvalitní a bezpečné poskytování zdravotní péče a souvisejících činností v rozsahu kompetencí radiologického fyzika v oblasti radiodiagnostiky a intervenční radiologie, které jsou stanoveny

vyhláškou č. 55/2011 Sb.	
Náplň odborné praxe	Minimální počet hodin
Seznámení s přístrojovým vybavením radiodiagnostického pracoviště, s jeho uspořádáním a se specifiky modalit (skiografie, mamografie, skiaskopie, intervenční radiologie, CT). Práce s expozičními parametry, expoziční automatikou, automatickou modulací proudu, s automatickým řízením dávky/dávkového příkonu a geometrií vyšetření (velikost ohniska, velikost pole, SID, SOD, OID). Praktická cvičení na hodnocení kvality zobrazení ve vztahu k dávce pro různé zobrazovací modalit. Měření dozimetrických veličin – K_i , K_e , CTDI. Faktor zpětného rozptylu. Kalibrace KAP-metru v klinickém svazku. Měření rozptýleného záření. Testování funkce expoziční automatiky (AEC, ATCM, ADRC). Kalibrace a navázání dozimetrických měřidel. Stanovení polotloušťky a efektivní energie rtg svazku. Další testy prováděné v rámci zkoušek provozní stálosti a dlouhodobé stability – linearita, reprodukovatelnost, homogenita, soulad radiačního a světelného pole, soulad radiačního pole a pole receptoru obrazu. Praktická optimalizace vyšetřovacího protokolu. Způsoby odhadu orgánových a efektivních dávek na základě expozičních parametrů, dávkových veličin a geometrie ozáření pro různé modalit, včetně stanovení dávky na plod. Stanovení dávky na kůži měřením (např. TLD film) a výpočtem z RDSR. Použití softwarů pro odhad dávek pacientům. Stanovení diagnostické referenční úrovně.	80
Seznam výkonů	Minimální počet výkonů
Práce s expozičními parametry, hodnocení vlivu expozičních parametrů a geometrie na kvalitu obrazu a dávku pro různé modalit.	1
Ověření základních charakteristik – linearita, reprodukovatelnost, homogenita, soulad radiačního a světelného pole, soulad radiačního pole a pole receptoru obrazu.	1
Quality control ve skiografii, skiaskopii a angiografii.	1
Quality control v mamografii.	1
Quality control ve výpočetní tomografii.	1
Měření dozimetrických veličin – K_i , K_e , CTDI. Faktor zpětného rozptylu.	1
Měření rozptýleného záření.	1
Kalibrace KAP-metru v klinickém svazku.	1
Fungování a testování expozičních automatik – AEC, ADRC, ATCM.	1
Kalibrace a navázání dozimetrických měřidel.	1
Stanovení polotloušťky a efektivní energie rtg svazku.	1

Ověření základních charakteristik – linearita, reprodukovatelnost, homogenita, soulad radiačního a světelného pole, soulad radiačního pole a pole receptoru obrazu.	1
Způsoby odhadu orgánových a efektivních dávek na základě expozičních parametrů, dávkových veličin a geometrie ozáření pro různé modalitty, včetně stanovení dávky na plod.	1
Základy praktické optimalizace vyšetřovacího protokolu.	1
Stanovení dávky na kůži měřením a výpočtem z RDSR.	1
Použití softwarů pro odhad dávek pacientům.	1
Legislativní požadavky, příslušné zákony, vyhlášky, národní a místní radiologické standardy.	1
Seznámení s klinickou praxí – jak probíhají výkony ve skiografii, skiaskopii, v mamografii, ve výpočetní tomografii a v intervenční radiologii/kardiologii (včetně ukázky instrumentária).	1
Stanovení diagnostické referenční úrovně pro různá vyšetření a různé modalitty.	1

3.2.9 Učební osnova odborného modulu 9

Odborný modul – OM 9	Praxe z radiologické fyziky v nukleární medicíně	
Rozsah modulu	80 hodin u poskytovatele zdravotních služeb na pracovišti poskytující zdravotní péči v oblasti nukleární medicíny	
Anotace modulu	Odborná praxe je koncipována jako praktický předmět. Umožňuje účastníkům kvalifikačního kurzu aplikovat znalosti získané v teoreticko-praktických disciplínách přímo v podmínkách poskytovatelů zdravotních služeb na pracovištích poskytujících zdravotní péči v oblasti nukleární medicíny pod odborným vedením školitele. Výkony se plní v akreditovaném zařízení při poskytování zdravotní péče.	
Cíl modulu	Cílem je získání, prohloubení a upevnění dovedností a návyků potřebných pro kvalitní a bezpečné poskytování zdravotní péče a souvisejících činností v rozsahu kompetencí radiologického fyzika v oblasti nukleární medicíny, které jsou stanoveny vyhláškou č. 55/2011 Sb.,.	
Náplň odborné praxe	Minimální počet hodin	
Seznámení se s přístrojovým vybavením a s rozvržením prostor pracovišť nukleární medicíny. Praktická cvičení z kontroly kvality zobrazovací (polovodičové gamakamery, SPECT, PET) i nezobrazovací (měřiče aplikované aktivity, přístroje pro zajištění radiační ochrany) techniky. Praktická cvičení ze zpracování obrazu (planární zobrazování, SPECT/CT, PET/CT, PET/MRI). Postupy zajištění radiační ochrany a havarijní postupy při práci s otevřenými zářiči. Praktická aplikace legislativních požadavků na radiační ochranu v provozu	80	

pracoviště nukleární medicíny. Postupy přípravy a kontroly radiofarmak pro SPECT a PET metody. Způsoby stanovení celotělové dávky při radionuklidové terapii. Způsoby stanovení kalibračních koeficientů pro hodnocení aktivity v lézi při radionuklidové terapii. Postupy plánování konkrétních radionuklidových terapií, ukázka zpracování patientských dat.	
Seznam výkonů	Minimální počet výkonů
Prohlídka pracoviště nukleární medicíny (cesta pacienta, cesta farmaka, potřebné přístroje apod.)	1
Praktická aplikace legislativy a radiační ochrany v nukleární medicíně (radiační ochrana, interní a externí audit, monitorování pracoviště, kontaminace a dekontaminace, stínění)	1
Příprava radiofarmak (kontrola kvality radiofarmak a používané přístroje, kontrola kvality radiofarmak, legislativa)	1
Příprava radiofarmak (princip radionuklidových generátorů, příprava radiofarmaka a jeho kontrola kvality)	1
Příprava radiofarmak (cyklotron, kontrola kvality pozitronových radiofarmak)	1
Kalibrace homogenity na SPECT	1
Centrum rotace na SPECT	1
Denní test homogenity se zdrojem ^{57}Co na SPECT	1
Zpracování obrazu – rekonstrukce, hodnocení obrazu	1
Ověření registrace obrazu SPECT nebo PET a CT	1
Prostorová rozlišovací schopnost na SPECT	1
Tomografická rozlišovací schopnost na SPECT nebo PET	1
Jaszczak/NEMA body fantom na SPECT nebo PET	1
Praktické rozdíly mezi SPECT a CZT gamakamerou v praxi (cesta pacienta, konstrukce dané kamery, snímání atp.)	1
Kontrola kvality na CZT gamakameře	1
Denní test na PET/CT	1
Křížová kalibrace na PET/CT	1
Energetická rozlišovací schopnost na spektrometru	1
Objemová závislost na spektrometru	1

Citlivost na spektrometru	1
Linearita odezvy na aktivitu na spektrometru	1
Stanovení kalibračních koeficientů na SPECT pro radionuklidovanou terapii (^{177}Lu nebo ^{131}I)	1
Stanovení RC koeficientů na SPECT pro radionuklidovou terapii (^{177}Lu nebo ^{131}I)	1
Stanovení mrtvé doby na SPECT pro radionuklidovou terapii (^{177}Lu nebo ^{131}I)	1
Stanovení absorbované dávky v lézi nebo OAR (^{177}Lu nebo ^{131}I) s kompletním zpracováním všech dat	1
Stanovení celotělové absorbované dávky (^{177}Lu nebo ^{131}I)	1

*

3.2.10 Učební osnova odborného modulu 10

Odborný modul – OM 10	Praxe z dozimetrie a fyzikálních měření	
Rozsah modulu	60 hodin	
Anotace modulu	Praxe z dozimetrie a fyzikálních měření je praktický předmět, ve kterém se získávají praktické dovednosti při práci s detekčními systémy ionizujícího záření.	
Cíl modulu	Cílem je získání, prohloubení a upevnění dovedností a návyků potřebných pro kvalitní provádění dozimetrických měření.	
Náplň odborné praxe		Minimální počet hodin
Práce s detektory (spektrometrické detektory, termoluminiscenční dozimetry, gelové dozimetry, ionizační komory, scintilátory). Vlastnosti detektorů, nastavení detektorů, vyhodnocení naměřených dat.		60
Seznam výkonů		Minimální počet výkonů
Nulování dozimetrického řetězce a práce s elektronikou		1
Stanovení mrtvé doby detektoru		1
Kalibrace detektoru, navázání pracovních měřidel a principy metrologie		1
Stanovení nejistoty měřidel		1

Spektrometrie a popis fotonového spektra	1
Stanovení dozimetrické veličiny s ionizační komorou	1
Stanovení dozimetrické veličiny se scintilátorem/polovodičovým detektorem	1
Stanovení dozimetrické veličiny s dozimetrem pevné fáze (TLD, OSL, stopové detektory, alaninové dozimetry apod.).	1
Filmová dozimetrie	1
Specifika různých typů detektorů, porovnávací měření	1

4 Hodnocení účastníka v průběhu kvalifikačního vzdělávání

Každý teoretický modul je zakončen zkouškou, kterou lze opakovat nejvýše dvakrát. Úspěšné zakončení všech modulů je předpokladem k přihlášení k závěrečné zkoušce akreditovaného kvalifikačního kurzu.

Lektor teoretické části vzdělávacího programu prověřuje teoretické znalosti účastníka vzdělávání.

Školitel praktické části vzdělávacího programu (praktického vyučování, odborné praxe) dohlíží na výkon odborné praxe, včetně plánu plnění výkonů. Školitel průběžně prověřuje teoretické znalosti a praktické dovednosti účastníka vzdělávání a potvrzuje splnění předepsaných výkonů do formuláře Záznam odborné praxe, který vyhotoví akreditované zařízení realizující vzdělávací program. Seznam výkonů odborné praxe předloží účastník školiteli příslušného pracoviště.

5 Profil absolventa

Absolvent akreditovaného kvalifikačního kurzu Radiologická technika může vykonávat své povolání v oblasti zdravotní péče. Rozsah činností je specifikován v § 3 odst. 1 a § 21 vyhlášky č. 55/2011 Sb.,

5.1 Charakteristika profesních kompetencí, pro které absolvent kvalifikačního vzdělávání získal způsobilost

Radiologický technik po získání odborné způsobilosti jako zdravotnický pracovník bez odborného dohledu a bez indikace v rozsahu své odborné způsobilosti:

- a) poskytuje zdravotní péči v souladu s právními předpisy a standardy,
- b) dbá na dodržování hygienicko-epidemiologického režimu v souladu s právními předpisy upravujícími ochranu veřejného zdraví,
- c) provádí zápisy do zdravotnické dokumentace a další dokumentace vyplývající z jiných právních předpisů, pracuje s informačním systémem poskytovatele zdravotních služeb,
- d) poskytuje pacientovi informace v souladu se svou odbornou způsobilostí, případně pokyny lékaře, zubního lékaře, farmaceuta, klinického psychologa nebo klinického logopeda,
- e) podílí se na praktickém vyučování ve studijních oborech k získání způsobilosti k výkonu zdravotnického povolání uskutečňovaných středními školami a vyššími odbornými školami, v akreditovaných zdravotnických studijních programech k získání způsobilosti k výkonu zdravotnického povolání uskutečňovaných vysokými školami v České republice a ve vzdělávacích programech akreditovaných kvalifikačních kurzů,
- f) podílí se na přípravě standardů,
- g) motivuje a edukuje jednotlivce, rodiny a skupiny osob k přijetí zdravého životního stylu a k péči o sebe,
- h) podílí se na zajištění zapracování nově nastupujících zdravotnických pracovníků,
- i) provádí opatření při řešení následků mimořádné události nebo krizové situace.

Radiologický technik dále bez odborného dohledu a v souladu s postupy lékařského ozáření může.

- a)** bez indikace kontrolovat dodržování požadavků, které jsou stanoveny jinými právními předpisy při používání radiologických zařízení a dalších souvisejících zdravotnických prostředků,
- b)** bez indikace provádět a vyhodnocovat zkoušky provozní stálosti zdroje ionizujícího záření a provozní zkoušky zobrazovacích a detekčních systémů v nukleární medicíně,
- c)** bez indikace provádět základní klinickou dozimetrii při diagnostických a léčebných postupech, včetně zaznamenávání a vyhodnocování dávek dodávaných pacientům za účelem ověření správnosti ozařovacích plánů a aktivit aplikovaných radiofarmak, a
- d)** na základě indikace lékaře, který je aplikujícím odborníkem, provádět praktickou část lékařského ozáření v brachyterapii s vysokým dávkovým příkonem (dále jen „HDR brachyterapie“).

Radiologický technik dále provádí činnosti související s praktickou a fyzikálně-technickou částí lékařského ozáření v souladu s postupy lékařského ozáření, na základě indikace a podle pokynů

- a)** klinického radiologického fyzika při optimalizaci lékařského ozáření,
- b)** klinického radiologického fyzika při fyzikálně-technické části lékařského ozáření,
- c)** klinického radiologického fyzika se zvláštní odbornou způsobilostí pro radioterapii při plánování radioterapie, nebo
- d)** klinického radiologického fyzika se zvláštní odbornou způsobilostí pro nukleární medicínu při plánování terapeutických výkonů v nukleární medicíně.

6 Charakteristika akreditovaných zařízení a pracovišť

Vzdělávací instituce, poskytovatelé zdravotních služeb a pracoviště zajišťující teoretickou výuku účastníků kvalifikačního vzdělávání musí být akreditovány dle ustanovení § 45 zákona č. 96/2004 Sb. Tato zařízení musí účastníkovi zajistit absolvování kvalifikačního vzdělávání dle tohoto vzdělávacího programu.

6.1 Akreditovaná zařízení a pracoviště

<p>Personální zabezpečení</p>	<p>Odborný garant odpovídá za odbornou úroveň vzdělávacího programu, koordinuje obsahovou přípravu vzdělávacího programu, dohlíží na kvalitu jeho uskutečňování, vyhodnocuje a rozvíjí jej.</p> <p>Odborným garantem může být zdravotnický pracovník, který získal odbornou způsobilost radiologického fyzika a specializovanou způsobilost radiologického fyzika s výkonem povolání v délce nejméně 5 let.</p> <p>Lektor teoretické části vzdělávacího programu je osoba v pracovněprávním nebo obdobném smluvním vztahu s akreditovaným zařízením, která přednáší danou část vzdělávacího programu a prověřuje teoretické znalosti účastníka vzdělávání.</p> <p>Lektor teoretické části vzdělávacího programu může být zdravotnický pracovník, který získal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • odbornou způsobilost radiologického fyzika a specializovanou způsobilost, která odpovídá zaměření tématu ve vzdělávacím programu, nebo • odbornou způsobilost lékaře, nebo lékař se specializací, která odpovídá zaměření tématu ve vzdělávacím programu. <p>Lektorem teoretické části může být i osoba s jinou kvalifikací, jejíž odbornost odpovídá přednášené problematice – např. právník, ekonom, apod.</p> <p>Školitel praktické části vzdělávacího programu (praktického vyučování, odborné praxe) je zaměstnanec akreditovaného zařízení, který dohlíží na výkon odborné praxe, včetně plánu plnění výkonů. Školitel průběžně prověřuje teoretické znalosti a praktické dovednosti účastníka vzdělávání.</p> <p>Školitelem praktické části může být zdravotnický pracovník, který získal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • odbornou způsobilost radiologického fyzika a má specializovanou způsobilost, nebo • odbornou způsobilost radiologického fyzika nebo radiologického technika a splňuje délku praxe v daném oboru minimálně 5 let.
<p>Věcné a technické vybavení</p>	<p>Pro teoretickou část vzdělávacího programu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • standardně vybavená učebna s PC a dataprojektorem a s možností přístupu k internetu, • modely a simulátory potřebné k výuce praktických dovedností – modely

	<p>a simulátory k výuce neodkladné resuscitace u dospělých, které signalizují správnost postupu,</p> <ul style="list-style-type: none"> • pomůcky k procvičování získaných znalostí, např. počítačová učebna vybavená nezbytným software, • přístup k odborné literatuře, včetně el. databází (zajištění vlastními prostředky nebo ve smluvním zařízení), možnosti podpory teoretické výuky pomocí e-learningu. <p>Pro praktickou část vzdělávacího programu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • pracoviště pro výuku odborné praxe v akreditovaném zařízení je vybaveno podle platných právních předpisů upravujících věcné a technické vybavení.
Organizační a provozní požadavky	<ul style="list-style-type: none"> • Požadavky vzdělávacího programu je možné splnit ve více akreditovaných zařízeních, pokud je nezajistí v celém rozsahu akreditované zařízení, kde účastník vzdělávání zahájil. • Akreditované zařízení musí splňovat povinnosti akreditovaných zařízení podle § 50 zákona č. 96/2004 Sb. a vést dokumentaci o vzdělávání v souladu s uvedeným zákonem

7 Seznam doporučených zdrojů

Doporučené studijní materiály
Aktuálně platná Doporučení SÚJB pro zdroje ionizujícího záření používané v radioterapii, dostupné z: https://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/lekarske-ozareni/doporuceni-sujb-tykajici-se-radioterapie/
Doporučení AAPM týkající se zdrojů ionizujícího záření používaných v radioterapii, dostupné z: https://www.aapm.org/pubs/reports/
Doporučení NCS dostupné z: https://radiationdosimetry.org/ncs/reportsk
Aktuálně platná legislativa v oblasti lékařského ozáření, dostupné z: https://www.sujb.cz/legislativa/atomove-pravo/ , http://www.csfm.cz/legislativa/zakony-o-zdravi
Quantitative Analyses of Normal Tissue Effects in the Clinic (QUANTEC), Radiation Oncology, Biology, Physics, Volume 76, Issue 3, Supplement S1-S160, dostupné z: https://www.redjournal.org/issue/S0360-3016(10)X0002-5
Steel, G. Gordon. Basic clinical radiobiology. 3rd ed. London: Arnold, 2002. 262 s. ISBN 0-340-80783-0.
Venselaar J., Baltas D., Meigooni A., Hoskin P. Comprehensive Brachytherapy: Physical and Clinical Aspects., Imaging in Medical Diagnosis and Therapy, William R. Hendee, Series Editor. CRC/Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL, 2013. ISBN: 9781439844984.
Khan, Faiz M. The physics of radiation therapy. 4th ed. Philadelphia, Pa.: Wolters Kluwer/Lippincott Williams and Wilkins, 2010. 531 s. ISBN 978-0-7817-8856-4.
Mayles P., Nahum A., Rosenwald J. C. Handbook of Radiotherapy Physics: Theory and Practice, Taylor & Francis Group, CRC Press, Boca Raton, FL, 2007. ISBN: 9780750308601.
Attix, F.H. Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry, J Wiley and Sons, 1986.
Hamilton D, Diagnostic Nuclear Medicine - a physics perspective, Springer, 2004
Kalender W. A., Computed Tomography: Fundamentals, System Technology, Image Quality, Applications, 3rd Edition, Wiley, 2011
Doporučení SÚJB: Osobní monitorování, část I. - zevní ozáření, SÚJB 2019.

Doporučení SÚJB: Radiační ochrana v nukleární medicíně - systém kontrol detekční a zobrazovací techniky, SÚJB, 2019 Požadavky SÚJB při provádění terapie onemocnění štítné žlázy radiojódem na pracovištích nukleární medicíny. Praha, SÚJB 2000.
Dowsett, D.J., Kenny, P.A., Johnston, R.E. The Physics of Diagnostic Imaging (2nd edition). Hodder Arnold, London, 2006.
Hendee, W. R., Ritenour, E. R. Medical Imaging Physics, Fourth Edition, New York, Wiley-Liss 2002.
Henkin, R.E. et al. (Eds.). Nuclear Medicine. St. Louis - Baltimore, Mosby, 1996.
Kubinyi J, Sabol J, Vondrák A, Principy radiační ochrany v nukleární medicíně, Grada, 2018
Hušák, V., Mysliveček, Koranda, P. a spol. Fyzikální základy planárního a tomografického zobrazování v nukleární medicíně. Čes. Radiol. 55(1), 2001, s. 47-58.
Hušák, V., Ptáček J., Mysliveček M., Kleinbauer, K. Radiační zátěž a radiační ochrana pacienta v diagnostické nukleární medicíně. Zpracováno za finanční podpory SÚJB Praha 2004.
Súkupová L, Radiační ochrana při rentgenových výkonech - to nejdůležitější pro praxi, Grada 2018
Koranda P a kol., Nukleární medicína, Vydavatelství UPOL, 2017
Martin, C. J., Sutton, D. G. (Eds.). Practical Radiation Protection in Health Care. Oxford, Oxford University Press 2002.
Cherry, S. R., Sorenson, J.A., Phelps, M.E. Physics in Nuclear Medicine. Fourth Edition, Philadelphia, Saunders (An Imprint of Elsevier Science) 2012.
Zákon č. 263/2016 Sb. - atomový zákon.
Vyhláška č. 422/2016 Sb. Vyhláška o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje.
Zaidi, H et al. Quantitative Analysis in Nuclear Medicine Imaging, Springer, 2006.
Bailey, D., Townsend, D.W., Valk, P.E, Maisey, M.N. Positron Emission Tomography, Basic Sciences, Springer, 2005.

Dance, DR, et al. Diagnostic radiology physics. A handbook for teachers and students. International Atomic Energy Agency 2014; ISBN 978-92-0-131010-1

IAEA. Dosimetry in diagnostic radiology: An international code of practice. Technical report series No. 457. IAEA; 2007

Bourne R. Fundamentals of digital imaging in medicine. Springer; 2010. ISBN 978-1-84882-086-9

Russo, P. Handbook of X-ray imaging. Physics and technology. Series in medical physics and biomedical engineering. CRC Press; 2018. ISBN 978-1-4987-4152-1

8 Seznam zkratk

AKK – akreditovaný kvalifikační kurz

ZM – základní modul

OM – odborný modul

P – povinný

AZ – akreditované zařízení

ICRU – The International Commission on Radiation Units and Measurements

IAEA – International Atomic Energy Agency (Mezinárodní agentura pro atomovou energii)

TLD – termoluminiscenční dozimetrie

PET – pozitronová emisní tomografie

RAKR – referenční kermový příkon ve vzduchu

LDR/HDR/PDR zdroje – zdroje Low Dose Rate (s nízkým dávkovým příkonem), High Dose Rate (s vysokým dávkovým příkonem), Pulsed Dose Rate (pulsním dávkovým příkonem)

SSD – Source-to-Surface Distance (vzdálenost od zdroje k povrchu)

KAP-metr – měřidlo veličiny Kerma-Area Product

RQR, RQA, RQT – označení spekter používaných v radiodiagnostice

MIRD – Medical Internal Radiation Dose

OSL – opticky stimulovaná luminiscence

ICT – informační technologie

PACS – Picture Archiving and Communicating System

HL7, IHE, DICOM, DICOM-RT a DASTA – formáty obrazových dat

HTTP – hypertext transfer protocol

FTP – file transfer protocol

SFTP – secure file transfer protocol

LET – lineární přenos energie

RBE – relativní biologická účinnost

DNA – DeoxyriboNucleic Acid (Deoxyribonukleová kyselina)

QUANTEC – Quantitative Analysis of Normal Tissue Effects in the Clinic

DICOM – Digital Imaging and Communications in Medicine

DICOM-RT – Digital Imaging and Communications in Medicine-Radioterapie

EPID – Electronic Portal Image Device

kV-MV – kilovoltážní - megavoltážní

CBCT – Cone-Beam CT

CT – Computed Tomography (výpočetní tomografie)

TPS – Treatment Planning System (plánovací systém)

BEV – Beam's eye-view (pohled směrem ze svazku)
DRR – Digitally Reconstructed Radiogram (digitálně rekonstruovaný rentgenogram)
DVH – Dose Volume Histogram (dávkově-objemový histogram)
IMRT – Intensity Modulated Radiation Therapy (radioterapie s modulovanou intenzitou svazku)
VMAT – Volumetric Modulated Arc Therapy (rotační radioterapie s modulovanou intenzitou svazku)
TG-43 – Task Group - 43
GTV – Gross Tumor Volume
CTV – Clinical Target Volume
PTV – Planning Target Volume
PRV – Planning Organ at Risk
MRI – Magnetic Resonance Imaging (zobrazování magnetickou rezonancí)
MLC – Multileaf collimator (vícelamelový kolimátor)
GEC ESTRO – the Groupe Européen de Curiethérapie-European Society for Therapeutic Radiology and Oncology
PDD – Percentage Depth Dose (procentuální hloubková dávka)
TMR – Tissue Maximum Ratio
TPR – Tissue Phantom Ratio
OAR – Off-axis ratio
QC – Quality Control (kontrola kvality)
DR – Digital Radiography
CR – Computed Radiography
LUT tabulka – Lookup Table
WW – Window Width
WL – Window Level
DSA – digitální subtrakční angiografie
HU – Hounsfield Unit (Hounsfieldova jednotka)
MTF – Modulation Transfer Function (modulační přenosová funkce)
SNR – Signal-to-Noise Ratio
CNR – Contrast-to-Noise Ratio
DQE – Detective Quantum Efficiency (kvantová detekční účinnost)
 P_{KA} , K_i , K_e , střední dávka v mléčné žláze, $CTDI_{air}$, $CTDI_w$, $CTDI_{VOL}$, P_{KL} - dozimetrické veličiny používané v radiodiagnostice
ICRP – International Commission on Radiological Protection
ICRU – International Commission on Radiation Units and Measurements
AAPM – American Association of Physicists in Medicine
SÚJB – Státní úřad pro jadernou bezpečnost
SPECT – Single-Photon Emission Computed Tomography
ALARA – As Low as Reasonably Achievable
ICRP – International Commission on Radiological Protection
CNIRP – International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection
IAEA – International Atomic Energy Agency
EC – Europe Commission
WHO – World Health Organisation
UNSCEAR – The United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation
MIRD – Medical Internal Radiation Dose
RF – Radiofrekvenční
SE – spinové echo
SAR – Specific Absorption Rate
UZ – ultrazvuk
PRP – Pulse Repetition Period
PRF – Pulse Repetition Frequency

TGC – Time Gain Compensation
CW – Continuous Wave
PW – Pulsed Wave
PI – Pulse Inversion
PM – Power Modulation
PMPI –Power-Modulated Pulse Inversion
HTA – Health Technology Assessment
ISO – International Organization for Standardization
SID – Source-to-Imager Distance
SOD – Source-to-Object Distance
OID – Object-to-Image Distance
AEC – Automatic Exposure Control
ATCM – Automatic Tube Current Modulation
ADRC – Automatic Dose Rate Control
RDSR – Radiation Dose Structured Report