

## Věstník MZd ČR, částka 11/2011

Vzdělávací program  
specializačního vzdělávání  
v oboru  
KLINICKÉ INŽENÝRSTVÍ

### **1 Cíl specializačního vzdělávání**

### **2 Minimální požadavky na specializační vzdělávání**

- [2.1](#) Podmínky vstupu do specializačního vzdělávání
- [2.2](#) Podmínky průběhu specializačního vzdělávání
- [2.3](#) Podmínky ukončení specializačního vzdělávání

### **3 Základní kmen specializačního vzdělávání**

- [3.1](#) Povinná praxe
- [3.2](#) Teoretická příprava

### **4 Vlastní specializovaný výcvik**

- [4.1](#) Povinná praxe
- [4.2](#) Teoretická příprava v jednotlivých zaměřeních

### **5 Rozsah požadovaných teoretických znalostí, praktických dovedností**

- [5.1](#) Znalosti a dovednosti základního kmene
- [5.2](#) Znalosti a dovednosti specializačního výcviku

### **6 Hodnocení specializačního vzdělávání a jeho zakončení**

- [6.1](#) Průběžné hodnocení školitelem
- [6.2](#) Podmínky přístupu k atestační zkoušce
- [6.3](#) Atestační zkouška

### **7 Profil absolventa**

### **8 Charakteristika pracovišť podílejících se na specializační přípravě**

### **9 Program povinných kurzů, stáží, seminářů**

- [9.1](#) Základní kmen
- [9.2](#) Zaměření Technická podpora v kardiologii, kardiochirurgii, cévní chirurgii
- [9.3](#) Zaměření Technická podpora v chirurgických oborech, anesteziologii, resuscitaci, intenzivní péči, mimotělní očištění krve
- [9.4](#) Zaměření Technická podpora v diagnostickém zobrazování
- [9.5](#) Zaměření Technická podpora v radioterapii
- [9.6](#) Zaměření Zpracování a analýza biosignálů

### **10 Seznam doporučené literatury**

#### 1 Cíl specializačního vzdělávání

Biomedicínský inženýr získá absolvováním tohoto vzdělávacího programu specializovanou způsobilost Klinický inženýr a bude registrován Ministerstvem zdravotnictví ČR v seznamu zdravotnických pracovníků oprávněných vykonávat odborné činnosti v oboru své specializace samostatně, bez odborného dohledu. Za výkon povolání klinického inženýra se považují činnosti uvedené ve vyhlášce [č. 55/2011 Sb.](#), o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných

pracovníků (dále jen vyhláška [č. 55/2011 Sb.](#)) Tyto činnosti jsou též uvedené v části 7 tohoto vzdělávacího programu.

## 2 Minimální požadavky na specializační vzdělávání

### 2.1 Podmínky vstupu do specializačního vzdělávání

Podmínkou pro přijetí do specializačního vzdělávání v oboru klinické inženýrství je odborná způsobilost k výkonu povolání biomedicínského inženýra ([§27](#) zák. č. 96/2004 Sb.), o podmínkách získávání a uznávání způsobilosti k výkonu nelékařských zdravotnických povolání a k výkonu činnosti souvisejících s poskytováním zdravotní péče a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o nelékařských zdravotnických povoláních), (dále jen zákona [č. 96/2004 Sb.](#))

Odbornou způsobilost k výkonu zdravotnického povolání získá absolvováním:

- a) akreditovaného zdravotnického magisterského studijního oboru pro přípravu biomedicínských inženýrů, který zabezpečuje odborné předpoklady pro získání způsobilosti k samostatné činnosti na elektrických zařízeních podle zvláštního právního předpisu, nebo
- b) akreditovaného magisterského studijního oboru elektrotechnického zaměření a akreditovaného kvalifikačního kurzu biomedicínské inženýrství.

Další podmínkou je osvědčení o odborné způsobilosti v elektrotechnice podle vyhlášky Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu č. 50/1978 Sb. (minimálně podle [§6](#) - způsobilost pro samostatnou činnost), platné v den podání žádosti o zařazení do specializační přípravy.

### 2.2 Podmínky průběhu specializačního vzdělávání

Podle [§57](#) zákona č. 96/2004 Sb. se specializační vzdělávání uskutečňuje formou:

- a) celodenní průpravy, při které účastník specializačního vzdělávání (dále jen účastník) věnuje této praktické a teoretické výuce čas v rozsahu odpovídajícímu týdenní pracovní době stanovené Zákoníkem práce nebo
- b) externí průpravy, která se liší od celodenní průpravy pouze tím, že doba určená na praktické zdravotnické činnosti může být zkrácena nejvýše na polovinu doby stanovené pro celodenní průpravu. Úroveň této průpravy nesmí být nižší než u celodenní průpravy. Za kvalitu a dodržení celkové délky externí průpravy, která nemůže být kratší než u celodenní průpravy, odpovídá akreditované zařízení.

Teoretická příprava je kombinací prezenční výuky v kurzech a distanční formy výuky samostatným studiem z doporučených písemných nebo elektronických zdrojů.

Praktická výuka v základním kmeni a ve specializovaném výcviku probíhá jednak na standardně

vybaveném pracovišti se zaměřením na klinické inženýrství, jednak na vlastním pracovišti účastníka, jednak na akreditovaném pracovišti.

Na rozdíl od kvalifikačního vzdělávání biomedicínského inženýra, jehož průprava je zaměřená širěji, kladoucí tak důraz na technickou problematiku managementu veškeré zdravotnické techniky, klinický inženýr má být specialistou na určitý segment zdravotnických prostředků - přístrojů a zařízení. Vzhledem k relativně nízkému počtu techniků ve zdravotnictví však nemůže být definováno příliš mnoho velmi úzkých specializací.

Před vstupem do specializovaného výcviku prochází účastník specializačního vzdělávání základním kmenem, který má přehledový charakter, poskytuje účastníkům základní poznatky napříč celým oborem, neboť jeho hranice nejsou a nemohou být ostré.

Délka specializačního vzdělávání je minimálně 24 měsíců. Z toho 12 měsíců trvá základní kmen a 12 měsíců vlastní specializovaný výcvik v některém zaměření této specializace zvolené účastníkem z nabídky tohoto vzdělávacího programu.

### 2.3 Podmínky ukončení specializačního vzdělávání

Účastník specializačního vzdělávání musí absolvovat stanovenou teoretickou a praktickou výuku v základním kmeni a ve specializovaném výcviku, získat tak kredity v předepsaném počtu a splnit všechny požadavky vymezené vzdělávacím programem než se podrobí atestační zkoušce. Specializované způsobilosti Klinický inženýr nabude účastník úspěšným složením atestační zkoušky.

#### 3 Základní kmen specializačního vzdělávání

Základní kmen je určen pro všechna zaměření uvedená ve vzdělávacím programu. Minimální délka činí 12 měsíců. Skládá se z praktické a teoretické části.

### 3.1 Povinná praxe

Celková doba	Počet měsíců
<p><b>Praxe na standardně vybaveném zdravotnickém pracovišti</b>, kde účastník provádí činnosti spojené se zajišťováním bezpečnosti a funkčnosti zdravotnických přístrojů dodavatelským způsobem nebo vlastními techniky.</p> <p>Tímto pracovištěm má být v první řadě pracoviště účastníka. Zda taková praxe splní svůj účel, posoudí školitel. Pokud to není možné, určí účastník i jiné vhodné pracoviště. Tuto část praxe popíše účastník ve zprávě, kterou zhodnotí školitel a výsledek zapíše do průkazu odbornosti.</p>	11

<b>Praxe na akreditovaném pracovišti</b> s kterýmkoli zaměřením klinického inženýrství. Tuto část praxe popíše účastník ve zprávě, kterou zhodnotí školitel a výsledek zapíše do průkazu odbornosti.	1
--	---

### 3.2 Teoretická příprava

<b>Kurzy, semináře - prezenční formou</b>	<b>Počet dnů/ kreditů</b>
Pořizování a provoz zdravotnických přístrojů	2/4
Technická výbava zdravotnických budov a prostor	1/2
Výzkum v humánní medicíně - klinické hodnocení léčiv a zdravotnických prostředků, atypické studie	1/2
Neodkladná první pomoc pro jiné odborné pracovníky	2/4
Základy zdravotnické legislativy a etiky	1/2
Biosignály a jejich zpracování	2/4
Informatika a statistika ve zdravotnictví	2/4
Základy diagnostického zobrazování	2/4
Celkem dnů/kreditů	13/26
Samostatné individuální studium	
Diagnostické, terapeutické přístroje a laboratorní přístroje - přehled	

4 Vlastní specializovaný výcvik

Má minimální trvání 12 měsíců. Dělí se na část praktickou a teoretickou. Účastník vzdělávání si zvolí některé ze zaměření 4.2.1 až 4.2.5, které ho nejvíce zajímá. Může si zvolit i více zaměření.

### 4.1 Povinná praxe

Forma a průběh praxe jsou společné pro všechna zaměření.

<b>Celková doba</b>	<b>Počet měsíců</b>
---------------------	-------------------------

<p><b>Praxe na standardně vybaveném zdravotnickém pracovišti</b>, kde účastník provádí úkony vlastní specializaci, kterou si vybral. Tímto pracovištěm má být v první řadě pracoviště účastníka. Zda taková praxe splní svůj účel, posoudí školitel. Pokud to není možné, určí účastníkovi jiné vhodné pracoviště. Tuto část praxe popíše účastník ve zprávě, kterou zhodnotí školitel a výsledek zapíše do průkazu odbornosti.</p>	11
<p><b>Praxe na akreditovaném pracovišti</b> umožňujícím výcvik v zaměření zvoleném účastníkem. Tuto část praxe popíše účastník ve zprávě, kterou zhodnotí školitel a výsledek zapíše do průkazu odbornosti.</p>	1

## 4.2 Teoretická příprava v jednotlivých zaměřeních

Část teoretické přípravy v zaměření Technická podpora v kardiologii, kardiochirurgii, cévní chirurgii a Technická podpora v chirurgických oborech, anesteziologii, resuscitaci, intenzivní péči, mimotělní očištění krve je společná. Obsahuje překryvná témata vyplývající z blízkosti a prolínání obou zaměření. Jedná se o monitorování životních funkcí, o vpravování roztoků a léků do cév, o dočasné a trvalé elektroterapii srdce, o umělou ventilaci plic a o vysokofrekvenční řezání a koagulaci.

Teoretická příprava se provádí formou kurzů. V případě nedostatku účastníků může být kurz nahrazen individuální přípravou na akreditovaném pracovišti pod vedením školitele.

### 4.2.1 Zaměření Technická podpora v kardiologii, kardiochirurgii a cévní chirurgii

Příprava je určena pro získání specializované způsobilosti Klinický inženýr se zaměřením na činnosti na pracovištích konvenční kardiologie, funkční diagnostiky krevního oběhu, echokardiografie, intenzivní kardiologické péče, invazivní kardiologie, diagnostiky a léčby srdečních arytmií externími nebo implantabilními prostředky, intervenční elektrofyzologie, na pracovištích zabývajících se dočasnými podporami a náhradami čerpací funkce srdce a na kardiochirurgických pracovištích. Absolvování tohoto zaměření neopravňuje k obsluze přístroje pro mimotělní oběh při kardiochirurgických výkonech v rámci specializované způsobilosti Klinický perfuziolog (nař. vl. [č. 31/2010 Sb.](#), vyhlášky [č. 55/2011 Sb.](#)).

Kurzy, semináře - prezenční forma	Počet dnů/ kreditů
Monitorovací systémy pro intenzivní péče a přístroje funkční diagnostiky	2/4
Bazální přehled fyziologie a patofyziologie srdce ve vztahu k povrchovému elektrokardiogramu	2/4
Umělá plicní ventilace a anesteziologická ventilace	1/2
Echokardiografie	1/2

Přehled kardiochirurgických metod pro biomedicínské techniky a inženýry	1/2
Elektroterapie srdce, elektrofyziologické mapování srdce	1/2
Dočasné mechanické podpory a náhrady srdce	1/2
Infúzní pumpy a injekční dávkovače	1/2
Cévní chirurgie	1/2
Celkem dnů/kreditů	11/22

#### 4.2.2 Zaměření Technická podpora v chirurgických oborech, anesteziologii, resuscitaci, intenzivní péči, mimotělní očištění krve

Příprava je určena pro získání specializované způsobilosti Klinický inženýr se zaměřením na činnosti na operačních sálech, na anesteziologických pracovištích a pracovištích resuscitační a intenzivní péče (ARO, JIP) obecného zaměření a též na hemodialyzačních pracovištích.

Kurzy, semináře - prezenční forma	Počet dnů/kreditů
Monitorovací systémy pro intenzivní péče a přístroje funkční diagnostiky	2/4
Bazální přehled fyziologie a patofyziologie srdce ve vztahu k povrchovému elektrokardiogramu	2/4
Umělá plicní ventilace a anesteziologická ventilace	1/2
Ultrasonografie	1/2
Přehled chirurgických metod pro biomedicínské techniky a inženýry	1/2
Elektroterapie srdce, elektrofyziologické mapování srdce	1/2
Laparoskopická operace	1/2
Infúzní pumpy a injekční dávkovače	1/2
Podpora, udržení, kontrola, dočasná náhrada životních funkcí	1/2
Metody a přístroje mimotělní očištění krve a úpravy vnitřního prostředí	2/4
Celkem dnů/kreditů	13/26

### 4.2.3 Zaměření Technická podpora v diagnostickém zobrazování

Příprava je určena pro získání specializované způsobilosti Klinický inženýr se zaměřením na činnosti na radiodiagnostických pracovištích, na pracovištích intervenční radiologie a na pracovištích nukleární medicíny. Vedle zobrazovacích metod nukleární medicíny se zabývá i jejími metodami nezobrazovacími. Absolvování tohoto zaměření neopravňuje k výkonu činností v rámci odborné způsobilosti Radiologický fyzik (a na ni navazující specializované způsobilosti dle nař. vl. [č. 31/2010 Sb.](#)), Radiologický technik nebo Radiologický asistent (zák. [č. 96/2004 Sb.](#), vyhl. [č. 55/2011 Sb.](#)).

Kurzy, semináře - prezenční forma	Počet dnů/ kreditů
Zobrazovací metody a techniky v medicíně - úvod	1/2
Zobrazovací metody a techniky v medicíně - infračervené záření	1/2
Zobrazovací metody a techniky v medicíně - rentgenové záření	2/4
Zobrazovací metody a techniky v medicíně - gamagrafie	2/4
Zobrazovací metody a techniky v medicíně - MR	2/4
Zobrazovací metody a techniky v medicíně - ultrazvuk	1/2
Celkem dnů/kreditů	9/18

### 4.2.4 Zaměření Technická podpora v radioterapii

Příprava je určena pro získání specializované způsobilosti Klinický inženýr se zaměřením na činnosti na radioterapeutických pracovištích. Absolvování tohoto zaměření neopravňuje k výkonu činností v rámci odborné způsobilosti Radiologický fyzik (a na ni navazující specializované způsobilosti dle nař. vl. [č. 31/2010 Sb.](#)), Radiologický technik nebo Radiologický asistent (zák. [č. 96/2004 Sb.](#), vyhl. [č. 55/2011 Sb.](#)).

Kurzy, semináře - prezenční forma	Počet dnů/ kreditů
Metody a přístroje pro radioterapii, jejich kontrola a údržba	5/10
Celkem dnů/kreditů	5/10

### 4.2.5 Zaměření Zpracování a analýza biosignálů

Příprava je určena pro získání specializované způsobilosti Klinický inženýr se zaměřením na snímání, záznam a analýzu biologických signálů, především EEG, dále EKG, případně EMG, EOG ve zdravotnickém výzkumu a v klinické praxi.

<b>Kurzy, semináře - prezenční forma</b>	<b>Počet dnů/ kreditů</b>
Zpracování a analýza EEG	3/6
Zpracování a analýza EKG	2/4
Atriální elektrogram	1/2
Elektrookulografie, myografie a další (podle vývoje oboru)	1/2
Celkem dnů/kreditů	7/14

5 Rozsah požadovaných teoretických znalostí a praktických dovedností

### 5.1 Znalosti a dovednosti základního kmene

Základní kmen má účastníkovi poskytnout základní odborné poznatky a dovednosti napříč celým oborem, ale též jej vybavit poznatky a dovednostmi vlastními zdravotnickému pracovníkovi, tedy jdoucími napříč zdravotnickými profesemi.

Veškeré činnosti, zejména korektivní zásahy, jsou spojené s instruktáží ošetrovatelského nebo lékařského personálu, sanitárních pracovníků apod. - přístupnou formou podle zásad komunikace v interdisciplinárním týmu.

#### Znalosti

Pořizování a provoz zdravotnických přístrojů,  
 technická výbava zdravotnických budov a prostor,  
 výzkum v humánní medicíně - klinická hodnocení léčiv, klinické hodnocení zdravotnických prostředků, klinické atypické studie,  
 základy geneze biosignálů, jejich zpracování,  
 základy informatiky ve zdravotnictví a ve zdravotnických zařízeních,  
 přehled diagnostických a terapeutických přístrojů, principů,  
 přehled laboratorních metod a přístrojů,  
 obnova a udržování základních životních funkcí v krizovém stavu postiženého,  
 základy zdravotnické legislativy a etiky.

#### Dovednosti

Poskytování neodkladné nelékařské první pomoci,  
 orientace v právních předpisech upravujících fungování zdravotnického systému ČR,  
 schopnost zavést a udržovat systém plnění požadavků zákona č. 123/2000 Sb., o zdravotnických prostředcích na straně jejich uživatele nebo výrobce nebo prodejce,  
 schopnost podílet se na určování prostředí v místnostech pro lékařské účely z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem,  
 provést elektrickou kontrolu zdravotnického elektrického přístroje,



využití statistiky a informatiky ve zdravotnictví, práce se seznamem zdravotních výkonů, orientace v procedurách pořizování zdravotnických přístrojů, sestavení zadávací dokumentace k veřejné zakázce na koupi zdravotnického přístroje nebo na údržbu a opravy zdravotnických přístrojů, založení specializovaného útvaru pro management zdravotnických přístrojů nemocnice, rozbor nákladů a výnosů spojených s pořízením určitého zdravotnického přístroje, komunikace s pacientem, komunikace v multioborových zdravotnických týmech, orientace v metodách a procedurách klinického výzkumu, ochrana jeho subjektů, role klinického inženýra coby člena etické komise.

## 5.2 Znalosti a dovednosti specializačního výcviku

### 5.2.1 Technická podpora v kardiologii, kardiochirurgii, cévní chirurgii

#### Znalosti

Monitorovací systémy pro intenzivní péči (lůžkové monitory kompaktní a stavebnicové, typické kombinace monitorování životních funkcí), elektrochemie elektrod pro snímání biopotenciálů, typické artefakty a jejich odstranění, technické prostředky a metody vpravování tekutin a léčiv do těla a odstraňování tekutin z těla, metody a přístroje funkční diagnostiky krevního oběhu a plic, elektroterapie srdce implantabilními a externími přístroji, umělá plicní ventilace včetně ventilace anesteziologické, vř. chirurgické řezání a koagulace, (PG), harmonický skalpel, chirurgický laser, kryogenní řezání, metody a přístrojové zajištění echokardiografického zobrazení, dopplerovské metody, přístroje a speciální pomůcky pro intervenční kardiologii, intraoartální balónková kontrapulzace, metody a přístroje intervenční elektrofyziologie - použití robotiky, zvláštnosti použití rentgenového zobrazení v invazivní kardiologii, přístroje pro peroperační mimotělní oběh a ostatní srdeční podpory či náhrady, druhy chlopenních náhrad a jiných umělých náhrad srdečních oddílů, optické angioskopy, anatomie, fyziologie a patofyziologie srdce a cévního systému, základy arytmiologie, interpretace EKG, kardiochirurgické techniky.

#### Dovednosti

Odstranění artefaktů ve snímaném EKG (síťové rušení 50 Hz, myopotenciály, nestabilita izoelektrické linie), výběr míst monitorovacích elektrod na hrudníku s cílem potlačit stimulační impulzy a posílit amplitudy složek spontánního EKG, ověření funkce infuzní pumpy a injekčního dávkovače: kontrola dávkování, kontrola kompatibility infuzního setu/stříkačky, kontrola funkce plicního/anesteziologického ventilátoru (těsnost dýchacích cest), korekce chybných nastavení (zákl. parametry objemové/tlakové ventilace, trigger spontánního

dýchacího úsilí pacienta),  
kontrola nastavení vf generátoru řezání a koagulace, kontrola kompatibility elektrodového příslušenství, kontrola přiložení indierentní elektrody,  
získání echokardiografického 2D zobrazení srdce ve čtyřdutinové projekci a v podélné ose, změření rozměrů,  
asistence u implantace kardiostimulátoru nebo kardioverteru nebo u elektrofyziologického invazivního vyšetření.

### **5.2.2 Technická podpora v chirurgických oborech, anesteziologii, resuscitaci, intenzivní péči, mimotělní očištění krve**

#### Znalosti

Monitorovací systémy pro intenzivní péči (lůžkové monitory kompaktní a stavebnicové, typické kombinace monitorování životních funkcí), elektrochemie elektrod pro snímání biopotenciálů, typické artefakty a jejich odstranění,  
technické prostředky a metody vpravování tekutin a léčiv do těla a odstraňování tekutin z těla,  
metody a přístroje funkční diagnostiky krevního oběhu a plic,  
elektroterapie srdce implantabilními a externími přístroji,  
umělá plicní ventilace včetně ventilace anesteziologické,  
vf chirurgické řezání a koagulace, (PG), harmonický skalpel, chirurgický laser, kryogenní řezání,  
metody a přístrojové zajištění echokardiografického zobrazení,  
anatomie z hlediska chirurgických technik v břišní a hrudní chirurgii,  
anatomie, fyziologie a patofyziologie plic, břišních orgánů,  
laparoskopie,  
speciální techniky mimotělní očištění krve - kontinuální metody, on-line monitorování během procedury; úprava vody pro dialýzu,  
aktivní antidekubitní systémy.

#### Dovednosti

Odstranění artefaktů ve snímaném EKG (síťové rušení 50 Hz, myopotenciály, nestabilita izoelektrické linie,  
výběr míst monitorovacích elektrod na hrudníku s cílem potlačit stimulační impulzy a posílit amplitudy složek spontánního EKG,  
ověření funkce infuzní pumpy a injekčního dávkovače: kontrola dávkování, kontrola kompatibility infuzního setu/stříkačky,  
kontrola funkce plicního/anesteziologického ventilátoru (těsnost dýchacích cest), korekce chybných nastavení (zákl. parametry objemové/tlakové ventilace, trigger spontánního dýchacího úsilí pacienta),  
kontrola nastavení vf generátoru řezání a koagulace, kontrola kompatibility elektrodového příslušenství, kontrola přiložení indierentní elektrody,  
sestavení laparoskopické věže,  
kontrola přístrojů na operačním sále před operačním výkonem,  
kontrola činnosti úpravny vody pro hemodialýzu,  
sestavení modulů hemodialyzačního monitoru,  
sestavení zadání pro hemodialyzační monitor nebo pro laparoskopickou věž, pro plicní ventilátor.

### **5.2.3 Technická podpora v diagnostickém zobrazování**

## Znalosti

Radiodiagnostika a intervenční radiologie obecně, přehled metod, angiografie, RTG skiaskopie, skiografie (přímá a nepřímá digitalizace), sonografie, počítačová tomografie, magnetická rezonance, zobrazování pomocí radioizotopů, diagnostická nukleární medicína, termografie, endoskopie.

## Dovednosti

Technické zajištění a dohled nad plánováním nákupu výše uvedených přístrojů, dohled nad správnou a bezpečnou instalací i používáním, jejich kontrola, nastavování a ovládání podle indikace lékaře, použití speciálního zdravotnického materiálu a jeho vlastnosti, taktika smlouvy o dílo na dodavatelsky poskytovanou pravidelnou údržbu a opravy velkých investičních přístrojových celků (stacionární RTG, MR tomograf, CT tomograf).

### 5.2.4 Technická podpora v radioterapii

## Znalosti

Přístrojové vybavení pro radioterapii, rozdělení přístrojů, radioterapeutický simulátor, výpočetní systémy pro plánování RT, ozařovače, ozařovače pro RT, konstrukce kobaltového a cesiového ozařovače, konstrukce terapeutického RTG, příslušenství a fixační pomůcky, konstrukce urychlovače částic-lineární urychlovač, betatron, přístroje pro nekonvenční terapii-generátory neutronů, urychlovače protonů, konstrukce přístrojů pro AFL, bezpečnostní prvky v externí terapii a brachyterapii, obsluha, provoz, servis ozařovací techniky, bezpečnostní předpisy a pravidla související s údržbou ozařovací techniky, dokumentace vedená na přístroji, provozní technik, havarijní řád, laserové zaměřovače, konstrukce uzavřených radioaktivních zdrojů, základy metrologie ionizujícího záření, kalibrace svazku záření RTG, brzdový svazek, elektronky, stanovení základních parametrů svazku-polovrstva, homogenita, symetrie, output faktor, faktor klinu, transmise bloků, In vivo dozimetrie- typy detektorů, kalibrace a interpretace výsledků, stanovení základních parametrů brachyterapeutických zdrojů, zkoušky provozní stálosti, dokumentace, inspekce SÚJB, audit.

## Dovednosti

Technické zajištění a dohled nad plánováním nákupu výše uvedených přístrojů, dohled nad správnou a bezpečnou instalací i používáním, jejich kontrola, nastavování a ovládání podle indikace lékaře (netýká se částí ionizujícího záření), použití speciálního zdravotnického materiálu a jeho vlastnosti, taktika smlouvy o dílo na dodavatelsky poskytovanou pravidelnou údržbu a opravy.

### 5.2.5 Zpracování a analýza biosignálů

Znalosti

Spektrální analýza II.:

- aplikace; metoda zhuštěných spektrálních kulis (CSA); použití; interhemisferická a lokální koherence; mediální synchronie a symetrie; měření fáze.

Adaptivní segmentace:

- motivace; nestacionarita biosignálů; základní metody; multikanálová online adaptivní segmentace; extrakce příznaků.

Metody automatické klasifikace I.:

- učení bez učitele; metriky; normalizace dat; shluková analýza; K-means algoritmus; fuzzy množiny; optimální počet tříd; limity a omezení shlukové analýzy.

Analýza dlouhodobých signálů:

- hierarchický víceúrovňový systém automatizovaného zpracování signálu; automatická identifikace signifikantních grafoelementů.

Extrakce zhuštěné informace z dlouhodobého monitorování:

- aplikace automatizované analýzy dlouhodobých záznamů v epileptologii, neonatologii a při monitorování spánku.

Automatická klasifikace II.:

- učící se klasifikátory; srovnání vlastností supervizovaného a nesupervizovaného učení; on-line klasifikace; k-NN klasifikátor klasický a fuzzy; porovnání s neuronovými sítěmi.

Automatická detekce epileptických hrotů I.:

- přehled; interiktální a záchvatová epileptická aktivita; inverzní AR filtrace; korelační analýza, šablony; první a druhá derivace, parametrizace tvaru vlny, aritmetický detektor; detekce epileptického ložiska.

Automatická detekce epileptických grafoelementů II.:

- automatický detektor hrotů na základě mediánové filtrace; aritmetický detektor; kombinovaný detektor; metoda hlavních komponent a klasické filtrace pro detekci.

Neuronové sítě a zpracování signálů:

- metoda hlavních komponent a neuronové sítě; Hebbovské učení; multikanálové signály - komprese a rekonstrukce; samoorganizující se metoda hlavních komponent.

Metody analýzy EKG pro interpretaci EKG v zapisovačích, v monitorování a v holterovském monitorování.

Anatomie a fyziologie zdrojů probíraných biologických signálů.

Dovednosti

Modifikování, případně vytváření diagnostického software pro interpretaci EEG, EKG a další konzultační a expertní diagnostické systémy podle zadání školitele.

## 6 Hodnocení specializačního vzdělávání a jeho zakončení

### 6.1 Průběžné hodnocení školitelem

Zapíše se do Průkazu odbornosti účastníka (absolvování praxe, předepsaných úkonů, absolvování kurzů, seminářů, ukončení základního kmene, ukončení specializační přípravy).

### 6.2 Podmínky přístupu k atestační zkoušce

Absolvování povinné praxe a její zhodnocení v logbooku a v průkazu odbornosti, absolvování povinných vzdělávacích akcí - záznam v průkazu odbornosti, předložení seznamu výkonů v logbooku potvrzených školitelem, předložení písemné práce, pokud byla stanovena, získání kreditů v počtu rovnajícím se součtu kreditů za absolvování kurzů základního kmene a kurzů předepsaných v příslušném účastníkem vzdělávání vybraném zaměření.

### 6.3 Atestační zkouška

Probíhá podle §6 - §7 vyhl. č. 188/2009 Sb. Účastník se k ní musí přihlásit (§3 vyhlášky).

Atestační zkouška, která se koná v akreditovaném zařízení, se skládá z části praktické a teoretické a probíhá zpravidla v jednom dni. Praktická část atestační zkoušky může předcházet teoretické části atestační zkoušky.

Před zahájením atestační zkoušky uchazeč prokáže svoji totožnost před atestační komisí a předloží doklad o zaplacení úhrady nákladů spojených s organizací příslušné části atestační zkoušky.

Vlastní atestační zkouška:

Část praktická - konkrétní řešení určitého problému, určité úlohy,  
část teoretická - 3 odborné otázky (1 otázka může být nahrazena obhajobou písemného projektu, nebo písemné práce).

## 7 Profil absolventa

Je dán činnostmi, které jsou obsaženy ve vyhl. č. 55/2011 Sb. Klinický inženýr se specializovanou způsobilostí vykonává bez odborného dohledu v oboru své specializace činnosti biomedicínského inženýra (§28 vyhl. č. 55/2011 Sb.), organizuje, metodicky řídí a dohlíží v oboru své specializace na činnost zdravotnických i jiných odborných pracovníků při poskytování

diagnostické a léčebné péče s využitím zdravotnických přístrojů.

Klinický inženýr se specializovanou způsobilostí je dále oprávněn v rámci své specializace vykonávat následující činnosti ([§144](#) a násl. vyhl. č. 55/2011 Sb.):

- a) Identifikuje činnosti vyžadující změnu v postupu, provádí výzkum zaměřený na odhalení příčin nedostatků v oboru specializace, provádí výzkum, vývoj a zhotovení zdravotnických přístrojů nebo jejich doplňků,
- b) vytváří podmínky pro aplikaci výsledků výzkumu do klinické praxe na vlastním pracovišti i v rámci oboru, podílí se na klinickém hodnocení a klinických zkouškách podle zvláštního právního předpisu 14),
- c) vede specializační vzdělávání v oboru své specializace,
- d) vypracovává standardy specializovaných postupů v rozsahu své způsobilosti.

V oboru své specializace může též vykonávat činnosti klinického technika ([§116](#) a násl. vyhl. č. 55/2011 Sb.).

Klinický inženýr nevykonává činnosti související s obsluhou těch částí radiologických zařízení, které jsou zdrojem ionizujícího záření, a činnosti vyhrazené osobám se zvláštní odbornou způsobilostí podle zvláštních právních předpisů (zák. [č. 18/1997 Sb.](#) „Atomový“ zákon, zák. [č. 505/1990 Sb.](#) Zákon o metrologii, zák. [č. 22/1997 Sb.](#), o technických požadavcích na výrobky).

#### 8 Charakteristika pracovišť podílejících se na specializační přípravě

Vzdělávací instituce, zdravotnická zařízení a pracoviště zajišťující výuku účastníků specializačního vzdělávání musí být akreditovány dle ustanovení [§45](#) zákona č. 96/2004 Sb., ve znění pozdějších právních předpisů. Tato zařízení musí účastníkovi zajistit absolvování specializačního vzdělávání dle příslušného vzdělávacího programu. Minimální kritéria akreditovaných zařízení jsou dána splněním odborných, provozních, technických a personálních předpokladů.

Klinický inženýr je vznikající specializační obor, bez tradice, historie a zázemí obvyklého v oborech léta nebo dokonce desetiletí pěstovaných. Je tedy nezbytné činit výjimky z požadavku umístit vzdělávací procesy pouze do akreditovaných zařízení a výuku svěřit jen zdravotnickým pracovníkům se specializovanou způsobilostí v příslušném oboru. Tento vzdělávací program teprve umožní, aby taková specializovaná způsobilost a akreditace mohly být přiznány. Jsou ovšem k dispozici pracoviště, byť dosud neakreditovaná v dané činnosti, avšak pracující na vysoké odborné úrovni. Totéž lze říci o zdroji kvalifikovaných lektorů a potencionálních školitelů s technickou, přírodovědnou nebo lékařskou erudicí (a lékařů vzdělaných, někdy i formálně, v technických vědách, chemii a fyzice).

#### Personální požadavky

Školitelem je zdravotnický pracovník se specializovanou způsobilostí v oboru specializace a je držitelem „Osvědčení k výkonu zdravotnického povolání bez odborného dohledu“. Z tohoto pravidla je možná výjimka, neboť se jedná o nově koncipovaný specializační obor, v němž školitelé nemohli dosud získat specializovanou způsobilost. Osoba pro výkon funkce školitele však musí mít odbornou erudici v souladu s věcnou stránkou teoretického nebo praktického

předmětu, který vyučuje.

Pedagogické schopnosti.

Doklady o odborné, specializované, event. pedagogické způsobilosti.

#### Materiální a technické vybavení

Personálního a přístrojové vybavení pracoviště dle vyhlášky č. 472/2009 Sb., seznam zdravotních výkonů s bodovými hodnotami - v oblasti specializační přípravy, jiné vybavení adekvátně vyučovaným činností.

Vybavení přístroji a pomůckami, které umožňují technické úkony prováděné klinickými inženýry v souladu s jejich specializací.

Přístup k odborné literatuře, včetně el. databází (zajištění vlastními prostředky nebo ve smluvním zařízení).

#### Organizační a provozní požadavky

Poskytování zdravotní péče (dle příslušného oboru) nebo údržba, opravy, správa zdravotnických přístrojů, případně pomůcek a nástrojů.

#### Bezpečnost a ochrana zdraví

Součástí teoretické i praktické výuky je problematika bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, hygieny práce a požární ochrany zejména ochrany před ionizujícím zářením, před působením plynů, tlaku a elektrického proudu.

Výuka k bezpečné a zdravé neohrožující práci vychází z požadavků platných právních a ostatních předpisů k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

Požadavky jsou doplněny informacemi o rizicích možných ohrožení v souvislosti s vykonáváním praktické výuky, včetně informací vztahujících se k opatřením na ochranu před působením zdrojů rizik.

9 Program povinných kurzů, stáží, seminářů

### 9.1 Základní kmen

Kurz	Počet dnů
Pořizování a provoz zdravotnických přístrojů: - metoda a taktika zadání veřejné zakázky na ZP, - posouzení nákupu (ekonomické, etické, prestižní argumenty), - materiální a organizační předpoklady pro účinnou evidenci zdrav. přístrojů, - tvorba vlastního elektrického zdravotnického systému, - důležité aktuální právní předpisy a technické normy, - prohlášení o shodě - jak vzniká a co mu předchází.	2

<p>Technická výbava zdravotnických budov a prostor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- záložní zdroje elektrické energie,</li> <li>- vzduchotechnika a klimatizace,</li> <li>- úprava prostředí ve speciálních případech (oper. sál),</li> <li>- dodávka medií: páry, medicínských plynů, stlač. vzduchu,</li> <li>- informační a komunikační síť,</li> <li>- revize elektrických zařízení,</li> <li>- metody a prostředky centrální a lokální sterilizace,</li> <li>- speciální maloobjemová prostředí (např. sterilní boxy),</li> <li>- chladičí, mrazicí a hluboko mrazicí zařízení.</li> </ul>	1
<p>Výzkum v medicíně:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- právní regulace,</li> <li>- typy studií: atypické studie, hodnocení léčiv a zdravotnických prostředků,</li> <li>- dokumentace,</li> <li>- etická komise.</li> </ul>	1
<p>Biosignály a jejich zpracování:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- charakteristika biosignálů,</li> <li>- statistické charakteristiky biosignálů,</li> <li>- spektrální analýza a zobrazení jejich výsledků,</li> <li>- přehled metod analýzy EEG,</li> <li>- snímání, analýza povrchového a nitrosrdečního EKG.</li> </ul>	2
<p>Informatika a statistika ve zdravotnictví:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- úloha státních institucí: ÚZIS,</li> <li>- základy matematické statistiky: náhodná rozdělení, výběrové statistiky, odhady parametrů, intervaly spolehlivosti, testování hypotéz, korelační a regresní analýza.</li> </ul>	2
<p>Základy zdravotnické legislativy a etiky:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- lékařská etika (etické kodexy, etické chování zdravotníků),</li> <li>- práva a povinnosti pacientů, informovaný souhlas, eutanázie aj.,</li> <li>- komunikace s problémovým pacientem,</li> <li>- informace o základních zákonných a prováděcích předpisech,</li> <li>- systém všeobecného zdravotního pojištění. Vztah lékař (zdravotnické zařízení) a pojišťovny,</li> <li>- druhy, formy a právní postavení zdravotnických zařízení,</li> <li>- základy kvality péče a bezpečí,</li> <li>- personální řízení (Zákoník práce, komunikace s ekonomickými institucemi - daňové přiznání, evidence majetku, finanční toky),</li> <li>- povinnosti zdravotnických pracovníků, práva a povinnosti, vedení a nakládání se zdravotnickou dokumentací, zejména postup lege artis mlčenlivost,</li> <li>- právní odpovědnost ve zdravotnictví.</li> </ul>	1



**Neodkladná první pomoc:**

- náhlá zástava krevního oběhu, incidence, diagnóza, základní a rozšířená neodkladná resuscitace včetně defibrilace (Basic Life Support a Advanced Cardiac Life Support),
- bezvědomí nejasného původu, křeče, synkopa; náhlé cévní mozkové příhody, diagnostické postupy, terapeutické okno, trombolýza systémová, intraarteriální,
- dušnost, hlavní příčiny: respirační etiologie - astma bronchiale, status astmaticus, inhalační trauma atd., kardiovaskulární etiologie - kardiální selhávání, astma cardiale, edém plic, embolie plicnice, zvláštní stavy: tonutí a utonutí, strangulace atd., diagnóza, dif. dg., terapeutické postupy, principy umělé plicní ventilace,
- bolesti na hrudi, akutní koronární syndrom, principy a indikace trombolýzy, PTCA (Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty), závažné dysrytmie a terapeutické přístupy,
- traumatologie - těžké úrazy, úraz hlavy, páteře, hrudníku, dutiny břišní, končetin, polytrauma, poranění el. proudem, termická poranění, hlavní zásady ATLS (Advanced Trauma Life Support),
- šok, diagnóza, klasifikace, příčiny, terapeutické přístupy,
- hromadný výskyt raněných, hlavní zásady BATLS (Battlefield Advanced Trauma Life Support),
- integrovaný záchranný systém a krizová logistika,
- zvláštnosti urgentních stavů u dětí,
- extramurální porod, péče o novorozence a matku, gynekologické akutní stavy,
- praktická výuka,
- ověření znalostí testem.

2

<p>Základy diagnostického zobrazování:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- úvod: lidské oko - zobrazovací systém (ZS), obraz jako psychosenzorický vjem,</li> <li>- přenos informace v procesu zobrazení: signály používané k přenosu informace mezi scénou a ZS (elmg. spektrum, uzv vlnění),</li> <li>- obecný proces zobrazení: základní charakteristiky/jednparametrické a více-parametrické zobrazení,</li> <li>- obrazový tok a idea jeho diskretizace: diskretizace v čase, prostoru a velikosti zobrazované fyzikální veličiny,</li> <li>- třídění ZS: podle různých kritérií (aktivní/pasivní/stupeň současnosti zavádění a vyhodnocení informace/sumační/projekčně-rekonstrukční),</li> <li>- projekční a projekčně-rekonstrukční ZS: zásadní rozdíly mezi projekčním a projekčně-rekonstrukčním zobrazením,</li> <li>- obraz: typy obrazů získaných v procesu zobrazení a jejich forma prezentace (analogový/diskrétní/ statický/ dynamický/ 2D/ 3D/ 4D/ šedotónový/ pseudobarevný),</li> <li>- transformační funkce procesu zobrazení: význam transformačního procesu z hlediska možnosti kvantitativního hodnocení z obrazu,</li> <li>- obecný ZS: skladba hardware obecného ZS,</li> <li>- rtg projekční zobrazení (RTG ZS): princip, signál - vznik spektra rtg záření, interakce spektra rtg záření se scénou, modifikace spektra rtg záření (Ua/ Ia/ filtr/ scéna), základní skladba hardware,</li> <li>- rtg projekční zobrazení (RTG ZS): techniky sběru obrazových dat a prezentace obrazu (skioskopie/ skiografie/ přímá/ nepřímá/ konvenční/ digitální/ speciální konstrukce rtg ZS),</li> <li>- rtg projekčně-rekonstrukční zobrazení (CT RTG ZS): princip, základní skladba hardware,</li> <li>- rtg projekčně-rekonstrukční zobrazení (CT RTG ZS): základní techniky sběru obrazových dat a prezentace obrazu (vývoj akvizičních technik: 1.-5. generace SSCT, 3. generace: MSCT, DSCT, 4DCT/ idea základních technik rekonstrukce obrazu: BP/ FBP),</li> <li>- MR zobrazení: princip, signál - RF, základy fyzikálního jevu MR, relaxace (T1/ T2),</li> <li>- MR zobrazení: fyzikální jev MR a idea jeho buzení (SR/IR/SE),</li> <li>- MR zobrazení: princip pozičního kódování pomocí gradientních polí, základní skladba hardware,</li> <li>- planární gamagrafie: princip, signál - záření gama vznik, signál - spektrum gama, interakce záření gama se scénou, základní skladba hardware Angerovy gamakamery,</li> <li>- SPECT a PET gamagrafie: principy, standardní a elektronická kolimace, základní skladba hardware,</li> <li>- sonografie (UZV ZS): princip, signál - uzv vlnění, interakce uzv vlnění se scénou,</li> <li>- sonografie (UZV ZS): uzv sonda (typy konstrukce), základní skladba hardware,</li> <li>- sonografie (UZV ZS): základní idea technik sběru obrazových dat (B/TM/PD/CD/CDM) a prezentace obrazu.</li> </ul>	2
<p>Individuální studium          Diagnostické a terapeutické v rozsahu lit.(viz kap. 10 - Rozman,J) a neprobrané v kurzech.          Laboratorní technika v rozsahu lit. (viz kap. 10 - Chmelař, M, Lab. technika).</p>	

## 9.2 Zaměření Technická podpora v kardiologii, kardiochirurgii, cévní chirurgii

Kurz	Počet dnů
------	-----------

<p>Monitorovací systémy pro intenzivní péče a přístroje funkční diagnostiky:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- technické řešení lůžkových kardiomonitorů, jejich síťování a nadstavby směrem k NIS,</li> <li>- technické řešení jednotlivých modulů kardiomonitoru (ekg, SpO<sub>2</sub>, NIBP, IBP),</li> <li>- principy automatické analýzy a interpretace EKG,</li> <li>- holterovské monitorování EKG a TK,</li> <li>- ergometrie, spirometrie, ergospirometrie, sledování spotřeby kyslíku,</li> <li>- elektrochemie elektrod,</li> <li>- minutový srdeční výdej - měření.</li> </ul>	2
<p>Bazální přehled fyziologie a patofyziologie srdce ve vztahu k povrchovému elektrokardiogramu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- prakticky používané svody při standardním vyšetření EKG, monitorovací svody,</li> <li>- grafoelementy EKG ve vztahu k vzniku a šíření akčního potenciálu v převodním elektrickém systému srdce a v jeho svalovině,</li> <li>- základy interpretace EKG (poruchy rytmu, ischemická choroba srdeční a jiné chorobné stavy srdce).</li> </ul>	2
<p>Umělá plicní ventilace a anesteziologická ventilace:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- základní režimy plně řízené ventilace plic,</li> <li>- režimy ventilace plic respektující nebo stimulující dechové úsilí pacienta,</li> <li>- principy a postupy dechové anestézie.</li> </ul>	1
<p>Echokardiografie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- metody anatomického a dopplerovského zobrazení,</li> <li>- typické transtorakální projekce srdce,</li> <li>- stranová a kontrastní rozlišovací schopnost,</li> <li>- fyzikálně technický pohled na metody elektronické fokuzace,</li> <li>- fyzikálně technický pohled na rychlé zpracování dopplerovského signálu (CW, PW, barevný doppler),</li> <li>- principy detekce pohybu srdečních struktur a jejich využití v diagnóze srdečních chorob,</li> <li>- základní měření v echokardiografii (rozměry srdečních oddílů, dopplerovská měření).</li> </ul>	1
<p>Přehled kardiochirurgických metod pro biomedicínské techniky a inženýry:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- anatomie hrudníku, operační přístupy k srdci,</li> <li>- náhrady srdečních oddílů (chlopně, záplaty),</li> <li>- organizace chirurgického výkonu, činnosti a odpovědnosti na oper. sále, kontrolní úkony, procesy a mechanismy.</li> </ul>	1
<p>Elektroterapie srdce, elektrofyziologické mapování srdce:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- elektrofyziologický úvod,</li> <li>- zevní defibrilace srdce - přístroje, tvar impulzu,</li> <li>- principy a možnosti současné kardiostimulace, dočasné i trvalé,</li> <li>- vybavení a metody intervenční elektrofyziologické laboratoře včetně robotiky.</li> </ul>	1
<p>Dočasné mechanické podpory a náhrady srdce:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- srdeční pumpy částečně a plně implantabilní,</li> <li>- intraaortální balónková kontrpuzace,</li> <li>- mimotělní oběh při kardiochirurgických operacích,</li> <li>- šetření krve a náhrady krve při kardiochirurgických operacích.</li> </ul>	1

<p>Infúzní pumpy a injekční dávkovače:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- čerpací principy,</li> <li>- obrana proti refluxu (okluze pumpy),</li> <li>- mezní tlaky,</li> <li>- zabezpečení proti selhání řízení dávky,</li> <li>- příslušenství,</li> <li>- kontrola dávkování, průběh dávkování, „trumpetová“ křivka.</li> </ul>	1
<p>Cévní chirurgie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- základní přístupy a techniky, přístroje a pomůcky,</li> <li>- konzervativní diagnostika a léčba.</li> </ul>	1

### 9.3 Zaměření Technická podpora v chirurgických oborech, anesteziologii, resuscitaci, intenzivní péči, mimotělní očištění krve

Kurz	Počet dnů
<p>Monitorovací systémy pro intenzivní péče a přístroje funkční diagnostiky:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- technické řešení lůžkových kardiomonitorů, jejich síťování a nadstavby směrem k NIS,</li> <li>- technické řešení jednotlivých modulů kardiomonitoru (ekg, SpO<sub>2</sub>, NIBP, IBP),</li> <li>- principy automatické analýzy a interpretace EKG,</li> <li>- holterovské monitorování EKG a TK,</li> <li>- ergometrie, spirometrie, ergospirometrie, sledování spotřeby kyslíku,</li> <li>- elektrochemie elektrod,</li> <li>- minutový srdeční výdej - měření.</li> </ul>	2
<p>Bazální přehled fyziologie a patofyziologie srdce ve vztahu k povrchovému elektrokardiogramu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- prakticky používané svody při standardním vyšetření EKG, monitorovací svody,</li> <li>- grafoelementy EKG ve vztahu k vzniku a šíření akčního potenciálu v převodním elektrickém systému srdce a v jeho svalovině,</li> <li>- základy interpretace EKG (poruchy rytmu, ischemická choroba srdeční a jiné chorobné stavy srdce).</li> </ul>	2
<p>Umělá plicní ventilace a anesteziologická ventilace:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- základní režimy plně řízené ventilace plic,</li> <li>- režimy ventilace plic respektující nebo stimulující dechové úsilí pacienta,</li> <li>- principy a postupy dechové anestézie.</li> </ul>	1
<p>Ultrasonografie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- metody anatomického a dopplerovského zobrazení v sonografii,</li> <li>- stranová a kontrastní rozlišovací schopnost,</li> <li>- fyzikálně technický pohled na metody elektronické fokuzace,</li> <li>- fyzikálně technický pohled na rychlé zpracování dopplerovského signálu (CW, PW, barevný doppler),</li> <li>- základní měření v břišní sonografii.</li> </ul>	1

<p>Přehled chirurgických metod pro biomedicínské techniky a inženýry:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- anatomie hrudníku, břicha operační přístupy k orgánům,</li> <li>- chirurgické nástroje a pomůcky,</li> <li>- organizace chirurgického výkonu, činnosti a odpovědnosti na oper. sále, kontrolní úkony, procesy a mechanismy,</li> <li>- typické operace a chirurgické taktiky, šití a svorkování.</li> </ul>	1
<p>Elektroterapie srdce, elektrofyziologické mapování srdce:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- elektrofyziologický úvod,</li> <li>- zevní defibrilace srdce - přístroje, tvar impulzu,</li> <li>- principy a možnosti současné kardiostimulace, dočasné a trvalé,</li> <li>- vybavení a metody intervenční elektrofyziologické laboratoře včetně robotiky.</li> </ul>	1
<p>Laparoskopická operace:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- přístroje a pomůcky,</li> <li>- taktika,</li> <li>- nástroje.</li> </ul>	1
<p>Infúzní pumpy a injekční dávkovače:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- čerpací principy,</li> <li>- obrana proti refluxu (okluze pumpy),</li> <li>- mezní tlaky,</li> <li>- zabezpečení proti selhání řízení dávky,</li> <li>- příslušenství,</li> <li>- kontrola dávkování, průběh dávkování, „trumpetová“ křivka.</li> </ul>	1
<p>Podpora, udržení, kontrola, dočasná náhrada životních funkcí:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- biochemický a hematologický obraz ohrožení život. funkcí,</li> <li>- obraz vážných stavů v krevním oběhu a jeho zajištění,</li> <li>- vstup do centrálního krevního řečiště pro monitorování a vpravování léčiv.</li> </ul>	1
<p>Metody a přístroje mimotělní očisty krve a úpravy vnitřního prostředí:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- hemodialýza, hemofiltrace, hemodiafiltrace, hemoperfúze,</li> <li>- konstrukce přístrojů a hemodialyzátorů,</li> <li>- aferentní techniky-plasmafiltrace a plasmaseparace,</li> <li>- kontinuální techniky - CAVH, CVVH,</li> <li>- úprava vstupní vody a permeátu.</li> </ul>	2

#### 9.4 Zaměření Technická podpora v diagnostickém zobrazování

Kurz	Počet dnů
------	-----------

<p>Zobrazovací metody a techniky v medicíně - úvod:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- obecný proces zobrazení: scéna - ppp, její obraz - vpp/ Fourierova transformace (FT) ppp a vpp/ signály sloužící k přenosu informace mezi scénou - ppp a zobrazovacím systémem (ZS)/ lineární proces zobrazení/ FT lineárního procesu zobrazení,</li> <li>- obecný proces zobrazení: kritéria kvality obecného procesu zobrazení (prostorové rozlišení v rovině/ prostorové rozlišení tomografické/ časové rozlišení/ kontrastní - energetické rozlišení (integrální a impulsní detekce)/ linearita převodu pp/ linearita převodu pozice/ prostorová invariance (variantnost) procesu zobrazení/ homogenita procesu zobrazení),</li> <li>- obecný proces zobrazení: obrazový tok a jeho diskretizace v čase, prostoru a velikosti zobrazované fyzikální veličiny - pp (podmínky korektní diskretizace),</li> <li>- obecný proces zobrazení: limitní dosažitelné vlastnosti různých typů konstrukce ZS (skenovací/ neskenovací),</li> <li>- obecný proces zobrazení: principy zpracování obrazových dat (restaurace/ zvýraznění/ segmentace/ rozpoznávání/ rekonstrukce obrazu z projekcí),</li> <li>- obecný proces zobrazení: obecné trendy vývoje konstrukce ZS.</li> </ul>	1
<p>Zobrazovací metody a techniky v medicíně - infračervené záření:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- infrazobrazovací systémy (IR ZS): princip, signál - vznik spektra IR záření, zdroje IR signálu, základní zákony generace IR signálu, ppp IR ZS,</li> <li>- infrazobrazovací systémy (IR ZS): základní principy konstrukce, detektory IR signálu (selektivní/ neselektivní/ "bodové"/ mozaikové), hodnocení kvality IR ZS,</li> <li>- infrazobrazovací systémy (IR ZS): trendy vývoje konstrukce a aplikace IR Z.</li> </ul>	1

<p>Zobrazovací metody a techniky v medicíně - rentgenové záření:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- RTG projekční zobrazení (RTG ZS): princip, základní skladba hardware nepřímé a přímé skiografie/skiaskopie (clonění/ kolimace/ filtrace RTG, rentgenky - zdroje RTG signálu, VN generátor, zesilovač jasu RTG obrazu (ZJ), TV snímací elektronky a monolitické snímače CCD),</li> <li>- RTG projekční zobrazení (RTG ZS): hodnocení kvality RTG projekčního procesu zobrazení (prostorové rozlišení/ kontrastní rozlišení/ časové rozlišení/ linearita přenosu poziční a obrazové souřadnice/ homogenita procesu zobrazení),</li> <li>- RTG projekční zobrazení (RTG ZS) - digitální radiografie (DR): princip, pojem šumu z hlediska DR, idea subtrakčního zobrazení, základní skladba hardware (techniky sběru obrazových dat/předzpracování obrazových dat),</li> <li>- RTG projekční zobrazení (RTG ZS) - digitální radiografie DSA: procedury používané při zpracování obrazu (potlačení strukturálního/ fyzikálního a pohybového šumu, superpoziční techniky, parametrické a funkční zobrazení),</li> <li>- RTG projekční zobrazení (RTG ZS): trendy vývoje konstrukce a aplikace,</li> <li>- RTG projekčně-rekonstrukční zobrazení (CT RTG ZS): přehled dosavadních konstrukcí - generací CT RTG, 3. generace „single-slice“ (SSCT), akviziční kontrast, ppp CT RTG ZS, vp- CT číslo, základní skladba hardware,</li> <li>- RTG projekčně-rekonstrukční zobrazení (CT RTG ZS): základní principy konstrukce 3. generace (konvenční SSCT/ helikální/ subsekundové/ „real-time“/vícevrstvé „multi-slice“ (MSCT)/ 4D CT RTG),</li> <li>- RTG projekčně-rekonstrukční zobrazení (CT RTG ZS): zpracování a detekce rtg signálu (akviziční a detekční geometrie/ metody zvyšování vzorkovací frekvence snímané scény/ datově-akviziční systém),</li> <li>- RTG projekčně-rekonstrukční zobrazení (CT RTG ZS): principy rekonstrukce obrazu (přímá zpětná projekce (BP)/filtrovaná zpětná projekce (FBP)/ Fourierova rekonstrukce/ „real-time“ rekonstrukce/ z-interpolace při helikální akvizici SSCT a MSCT),</li> <li>- RTG projekčně-rekonstrukční zobrazení (CT RTG ZS): základní artefakty a jejich potlačení,</li> <li>- RTG projekčně-rekonstrukční zobrazení (CT RTG ZS): kvantitativní hodnocení kvality (vysokokontrastní rozlišení/ kontrastní rozlišení/ nízkokontrastní rozlišení/ časové rozlišení/ homogenita/ linearita přenosu poziční a obrazové souřadnice),</li> <li>- RTG projekčně-rekonstrukční zobrazení (CT RTG ZS): zpracování a prezentace obrazových dat (2D/ 3D/ 4D/ virtuální endoskopie),</li> <li>- RTG projekčně-rekonstrukční zobrazení (CT RTG ZS): měření dávky RTG záření (CTDI/ DLP/ ED) a trendy jejího snižování,</li> <li>- RTG projekčně-rekonstrukční zobrazení (CT RTG ZS): trendy vývoje konstrukce a aplikace.</li> </ul>	2
<p>Zobrazovací metody a techniky v medicíně - gamagrafie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- planární gamagrafie: princip, signál - záření gama vznik (radioaktivní rozpad), interakce záření gama se scénou a detektorem, signál - emisní a detekční spektrum gama, impulsní detekce, ppp zobrazení v NM,</li> <li>- planární gamagrafie: základní skladba hardware (Angerova gamakamera - kolimace/ detekce/ zpracování signálu (akviziční kontrast/ poziční kanál/ detekce ve fotopíku/ korekce/ syntéza obrazu), kvantitativní hodnocení kvality procesu zobrazení (spektrometrické a kontrastní rozlišení/ prostorové rozlišení/ homogenita/ linearita přenosu poziční a obrazové souřadnice/ citlivost),</li> <li>- SPECT a PET gamagrafie: principy - projekčně-rekonstrukční tomografie (akviziční kontrast/ sběr obrazových dat/ korekce/ rekonstrukční metody), standardní a elektronická kolimace, základní skladba hardware SPECT a PET, hybridní zobrazovací systémy,</li> <li>- SPECT a PET gamagrafie: trendy vývoje konstrukce a aplikace.</li> </ul>	2

<p>Zobrazovací metody a techniky v medicíně - MR:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- MR zobrazení: základní specifika CT RTG a MR zobrazení,</li> <li>- MR zobrazení: princip, signál - RF, ppp MR zobrazení, základy fyzikálního jevu MR energetická a Blochova interpretace, relaxace (T1/ T2), chemický posuv, FID signál, Blochova rovnice,</li> <li>- MR zobrazení: základní měřicí techniky (SR/ IR/ SE/ GRE) a modulace signálu (akviziční kontrast/tkáňový kontrast/kontrast obrazu), základy MR spektroskopie,</li> <li>- MR zobrazení: princip pozičního kódování pomocí gradientních polí (selekce tomografie/ prostorové kódování tomografie),</li> <li>- MR zobrazení: základní principy sběru obrazových dat a rekonstrukce obrazu (2DFT rekonstrukce),</li> <li>- MR zobrazení: 2D prostory MR zobrazení (datový/ obrazový/ k-prostor), techniky zkracování doby akvizice (jednovrstvé/ vícevrstvé techniky/ rychlé a ultra-rychlé techniky),</li> <li>- MR zobrazení: základní artefakty MR zobrazení a jejich potlačení, základní skladba hardware,</li> <li>- MR zobrazení: způsoby detekce a akvizice MR signálu (standardní/ paralelní),</li> <li>- MR zobrazení: kvantitativní hodnocení kvality (SNR/ kontrastní rozlišení CNR/ prostorové rozlišení/pokrytí/časové rozlišení),</li> <li>- MR zobrazení: požadavky na bezpečnost,</li> <li>- MR zobrazení: trendy vývoje konstrukce a aplikace.</li> </ul>	2
<p>Zobrazovací metody a techniky v medicíně - ultrazvuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sonografie (UZV ZS): princip, metody zobrazení (standardní/dopplerovské), signál - uzv vlnění (veličiny uzv pole), interakce uzv vlnění se scénou, ppp uzv zobrazení,</li> <li>- sonografie (UZV ZS): uzv sonda (typy konstrukce), zpracování uzv signálu (fokusace uzv svazku/skenování uzv svazkem),</li> <li>- sonografie (UZV ZS): základní idea technik sběru obrazových dat (módy zobrazení: B/TM/PD/CD/CDM) a prezentace obrazu, základní skladba hardware, kvantitativní hodnocení kvality procesu zobrazení,</li> <li>- sonografie (UZV ZS): trendy vývoje konstrukce a aplikace.</li> </ul>	1

### 9.5 Zaměření Technická podpora v radioterapii

Kurz	Počet dnů
------	-----------



<p>Metody a přístroje pro radioterapii, jejich kontrola a údržba:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- přístrojové vybavení pro radioterapii, rozdělení přístrojů,</li> <li>- radioterapeutický simulátor, výpočetní systémy pro plánování RT,</li> <li>- ozařovače, ozařovače pro RT, konstrukce cobalt a cesiového ozařovače,</li> <li>- konstrukce terapeutického RTG, příslušenství a fixační pomůcky,</li> <li>- konstrukce urychlovače částic-lineární urychlovač, betatron,</li> <li>- přístroje pro nekonvenční terapii-generátory neutronů, urychlovače protonů,</li> <li>- konstrukce přístrojů pro AFL, bezpečnostní prvky v externí terapii a brachyterapii, obsluha, provoz, servis ozařovací techniky,</li> <li>- bezpečnostní předpisy a pravidla související s údržbou ozařovací techniky, dokumentace vedená na přístroji, provozní techniky, havarijní řád,</li> <li>- laserové zaměřovače, konstrukce uzavřených radioaktivních zdrojů, základy metrologie ionizujícího záření, kalibrace svazku záření RTG, brzdný svazek, elektrony,</li> <li>- stanovení základních parametrů svazku - polovrstva, homogenita, symetrie, output faktor, faktor klinu, transmisie bloků, In vivo dozimetrie</li> <li>- typy detektorů, kalibrace a interpretace výsledků,</li> <li>- stanovení základních parametrů brachyterapeutických zdrojů, zkoušky provozní stálosti, dokumentace, inspekce SÚJB, audit.</li> </ul>	2
--	---

### 9.6 Zaměření Zpracování a analýza biosignálů

Kurz	Počet dnů
<p>Zpracování a analýza EEG:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Spektrální analýza II.: Aplikace. Metoda zhuštěných spektrálních kulis (CSA). Použití. Inter-hemisferická a lokální koherence. Mediální synchronie a symetrie. Měření fáze.</li> <li>- Adaptivní segmentace Motivace. Nestacionarita biosignálů. Základní metody. Multikanálová on-line adaptivní segmentace. Extrakce příznaků.</li> <li>- Metody automatické klasifikace I.: Učení bez učitele. Metriky. Normalizace dat. Shluková analýza. K-means algoritmus. Fuzzy množiny. Optimální počet tříd. Limity a omezení shlukové analýzy</li> <li>- Analýza dlouhodobých signálů. Hierarchický víceúrovňový systém automatizovaného zpracovávání signálu. Automatická identifikace signifikantních grafoelementů.</li> <li>- Extrakce zhuštěné informace z dlouhodobého monitorování. Aplikace automatizované analýzy dlouhodobých záznamů v epileptologii, neonatologii a při monitorování spánku.</li> <li>- Automatická klasifikace II.: Učící se klasifikátory. Srovnání vlastností supervizovaného a nesupervizovaného učení. On-line klasifikace. k-NN klasifikátor klasický a fuzzy. Porovnání s neuronovými sítěmi.</li> <li>- Automatická detekce epileptických hrotů I.: Přehled. Interiktální a záchvatová epileptická aktivita. Inverzní AR filtrace. Korelační analýza, šablony. První a druhá derivace, parametrizace tvaru vlny, aritmetický detektor. Detekce epileptického ložiska.</li> <li>- Automatická detekce epileptických grafoelementů II. Automatický detektor hrotů na základě mediánové filtrace. Aritmetický detektor. Kombinovaný detektor. Metoda hlavních komponent a klasické filtrace pro detekci.</li> <li>- Neuronové sítě a zpracování signálů. Metoda hlavních komponent a neuronové sítě. Hebbovské učení. Multikanálové signály - komprese a rekonstrukce. Samoorganizující se metoda hlavních komponent, analýza nezávislých komponent.</li> </ul>	3

Zpracování a analýza EKG: - Měření, typy - 12tisvodové, holterovské, mnohabodové. - Předzpracování signálu, filtrace. - Detekce vln a dalších parametrů - přehled metod. - Extrakce a selekce příznaků, Vizualizace, BSPM - různé typy map. - Metody klasifikace. - Konkrétní příklady.	2
Atriální elektrogram: - Předzpracování signálu, využití waveletové transformace. - Extrakce a selekce příznaků. - Klasifikace.	1
Elektrookulogram, myogram, další signály podle vývoje oboru.	1

## 10 Seznam doporučené literatury

**Doporučená literatura**

ADAMUS, T.: Základy mikrobiologie a imunologie. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2007. 96 s. ISBN 978-80-248-1284-7.

BÍLEK, J.: Přístrojová technika a monitorování pacientů v urgentní medicíně. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2007. 63 s. ISBN 978-80-248-1611-1.

ČERNOHORSKÝ, J., KREJCAR, O.: Systémy řízení a monitorování. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2007. 56 s. ISBN 978-80-248-1612-8.

ČERNÝ, M., PENHAKER, M.: Biotelemetrie. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2007. 155 s. ISBN 978-80-248-1605-0.

DOROTÍK, J.: Radioterapeutické přístroje. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2007. 119. s. ISBN 978-80-248-1376-9.

DRASTICH, A.: Netelevizní zobrazovací systémy. Brno: Fakulta elektrotechniky a informatiky Vysokého učení technického v Brně, 2001. 174 s. ISBN 80-214-1974-1.

DRASTICH, A.: Tomografické zobrazovací systémy. Brno: Fakulta elektrotechniky a informatiky Vysokého učení technického v Brně, 2004. 208 s. ISBN 80-214-2788-4.

HÁJOVSKÝ, R.: Měření a zpracování dat pro obor biomedicínská technika. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2007. 101 s. ISBN 978-80-248-1588-6.

CHMELAR, M.: Laboratorní technika. Brno: Fakulta elektrotechniky a informatiky Vysokého učení technického v Brně, 2000. 119 s. ISBN 8021417706.

CHMELAR, M.: Lékařská přístrojová technika I. Brno: Fakulta elektrotechniky a informatiky Vysokého učení technického v Brně, 1995. 192 s. ISBN 80-85867-63-X.

JAROŠOVÁ, D.: Veřejné zdravotnictví. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2007. 77 s. ISBN 978-80-248-1285-4.

MOHYLOVÁ, J., KRAJČA, V.: Zpracování signálů. FEL Universita v Žilině, 2004

MRÁZKOVÁ, E.: Základy audiologie a metod objektivního vyšetření sluchu. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2006. 111 s. ISBN 80-248-1129-4.

NEVŘIVA, P.: Základy teorie signálů a soustav pro obor biomedicínská technika. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2007. 110 s. ISBN 978-80-248-1344-8.

PENHAKER, M., A KOL.: Lékařské diagnostické přístroje: učební texty. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2004. 320 s. ISBN 80-248-0751-3.

PENHAKER, M., A KOL.: Lékařská kybernetika. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2007. 80 s. ISBN 978-80-248-1561-9.

PENHAKER, M.: Lékařské terapeutické přístroje. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2007. 216 s. ISBN 978-80-248-1558-9.

PETRŽELA, M.: První pomoc pro každého. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-2246-7.

ROZMAN, J.: Elektronické přístroje v lékařství. Praha: Academia, 2006. 406 s. 24 s. ISBN 8020013083.

SULKOVÁ, S.: Hemodialýza. Praha: Maxdorf, 2000. 693 s. ISBN 80-85912-22-8.

SVATOŠ, J.: Biologické signály I - geneze, zpracování a analýza. 2. vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1998. 202 s. ISBN 80-01-01822-9.

VRUBLOVÁ, Y.: Kapitoly z psychologie a komunikace ve zdravotnictví. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2006. 60 s. ISBN 80-246-1132-4.

VRUBLOVÁ, Y.: Základy zdravotnické etiky. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2006. 61 s. ISBN 80-248-1131-6.

VYSKOTOVÁ, J.: Přístrojová technika v rehabilitaci pro biomedicínské techniky. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2006. 114 s. ISBN 80-248-1130-8.

ZVÁROVÁ, J.: Základy statistiky pro biomedicínské obory. Praha: Karolinum, 2002. 218 s. ISBN 80-7184-786-0.

ČSN ČSN EN 60 601-1, ed.2, ČSN EN 62351

Základní zákonné normy, nařízení a zákony, platné v ČR, EU a týkající se zdravotnických prostředků.