

# **Praktika z biomedicínské a klinické techniky**

Prof. Ing. Peter Kneppo, DrSc.,  
Doc. Ing. Karel Roubík, Ph.D.,  
Ing. Richard Grünes, Ing. Jiří Hozman, PhD.,  
Ing. Josef Chaloupka, Ing. Vít Kopelent,  
MUDr. Ing. Lubomír Poušek, MBA, Ing. Martin Rožánek

2007  
ČVUT v Praze  
Fakulta biomedicínského inženýrství

# Obsah

Obsah.....	1
Úvod.....	2
1. Metody pro měření krevního tlaku.....	4
2. Přístroje pro měření krevního tlaku.....	15
3. BioLab.....	26
4. Elektroencefalograf – EEG.....	42
5. Biologická zpětná vazba EEG – BFB.....	55
6. Elektrokardiograf – EKG.....	62
7. Vektorkardiografie – VKG.....	78
8. Pletysmografie a pulzní oxymetrie (měření nasycení krve kyslíkem - SpO <sub>2</sub> ).....	84
9. Přístroje pro zajištění konvenční a nekonvenční umělé plicní ventilace: Pneumatické vlastnosti ventilátorů.....	111
10. Ultrazvukové diagnostické systémy.....	131

# Úvod

Vážení studenti, vážení čtenáři,

dostáváte do rukou první z řady skript, které se věnuje problematice laboratorních cvičení v předmětu Praktika z biomedicínské a klinické techniky na Fakultě biomedicínského inženýrství ČVUT. Skripta jsou však vhodná i pro jiné předměty a to jak na FBMI ČVUT, tak i na ostatních fakultách ČVUT, ale i mimo ČVUT a to na zejména 1. LF UK, kde pedagogové FBMI ČVUT již mnoho let zajišťují výuku technicky zaměřených předmětů v rámci bakalářského a magisterského oboru zaměřeného na zdravotnickou techniku a informatiku.

Vzhledem k výše uvedené koncepci skript, která mimojiné velmi dobře naplňuje název skripta, ale i studijního programu a oboru, není nutné při změnách v rámci reakreditací apod. měnit zaměření a obsah skript. Skripta jsou vytvořena jako univerzální sada podkladů pro laboratorní úlohy v oblasti biomedicínské a klinické techniky a proto se mohou použít i pro praktika v rámci ostatních předmětů, např. Základy elektrofyziologie, Anatomie a fyziologie 1 a 2, Lékařská a přístrojová technika apod.

Náplň problematiky je velmi široká a proto je rozdělena do několika dílů. V tomto prvním dílu naleznete návody k praktikům z oblasti diagnostické přístrojové techniky v lékařství. V prvním pololetí roku 2008 pak budou vydány další díly zaměřené na terapeutickou přístrojovou techniku v lékařství, simulátory fyziologických funkcí a bezpečnost pacienta a speciální senzorovou a přístrojovou techniku.

V tomto prvním dílu byla zařazena laboratorní cvičení, která jsou typická pro oblast diagnostické techniky a jsou zaměřena do oblastí jako metody a přístroje pro měření krevního tlaku a pro nasycení krve kyslíkem, komplexní měření na elektrokardiografu včetně měření na experimentálním vektorkardiografu, měření na elektroencefalografu včetně biologické zpětné vazby, měření na ultrazvukových diagnostických přístrojích, měření z oblasti umělé plicní ventilace a též je zahrnuta problematika systému BioLab, což je systém na měření systolických časových intervalů kardiovaskulárního systému.

Vzhledem k tomu, že naší snahou je, aby tato praktika byla komplexní a studenti si odnesli patřičné vědomosti, návyky a též dovednosti přímo ze cvičení, uspořádali jsme obecnou strukturu skripta stejně jako je tomu u skripta Senzory v lékařství. U každé úlohy jsme zařadili podrobné pokyny, včetně obrazové dokumentace a též předpřipravené tabulky a grafy pro naměřené hodnoty. Studenti pak potřebují pouze uvedené skriptum, kam si zaznamenají naměřené hodnoty a současně provedou i zhodnocení celého měření. Skriptum je pak také velmi vhodné pro přípravu ke státním závěrečným zkouškám v rámci několika tématických bloků (problémových okruhů).

Autorský kolektiv byl velmi široký, což je zřejmé z titulní stránky. Je to dáno zejména tím, že úlohy jsou komplexní, což vyžaduje spolupráci i několika pedagogů. Pro jednotlivé úlohy lze uvést následující autory: metody a přístroje pro měření krevního tlaku (Ing. Martin Rožánek, Ing. Vít Kopelent, Ing. Richard Grünes) - u této problematiky si dovoluujeme poděkovat firmě Medicton group s.r.o. a zvláště panu Ing. Vratislavovi Fabiánovi za dodání výukových přípravků, spolupráci a poskytnutí potřebných materiálů, téma měření nasycení krve kyslíkem a měření na ultrazvukových diagnostických systémech zpracoval Ing. Jiří Hozman, Ph.D., měření na systému BioLab zpracovali Ing. Richard Grünes a Prof. Ing. Peter Kneppo, DrSc. - u této problematiky si dovoluujeme poděkovat Ústavu měření SAV a zvláště panu Doc. Ing. Milanu Tyšlerovi, CSc. za dodání výukových přípravků, spolupráci a poskytnutí potřebných materiálů, komplexní měření na elektrokardiografu včetně měření na experimentálním vektorkardiografu a na elektroencefalografu včetně biologické zpětné vazby zpracoval Ing. Josef Chaloupka, MUDr. Ing. Lubomír Poušek, MBA a studenti Bc. Petr Kudrna a Bc. Michael Kohout - poděkování patří kolegům Ing. Karlovi Hánovi, Ph.D. a Ing. Janu Mužíkovi, kteří poskytli podklady pro měření na elektroencefalografu, problematika umělé plicní ventilace byla zpracována týmem ve složení Doc. Ing. Karel Roubík, Ph.D., Ing. Martin Rožánek, Ing. Vít Kopelent, Ing. Richard Grünes a student Roman Matějka. Na konečné editaci se pak podílel Ing. Martin Rožánek.

Při přípravě skript byly použity několikaleté zkušenosti z výuky této problematiky výše uvedeným kolektivem pedagogů v rámci ČVUT, ale i mimo ČVUT a to zejména na 1. LF UK.

Tato skripta a jejich navazující díly jsou také konkrétním vyjádřením snahy FBMI budovat kvalitní laboratorní zázemí a to jak pro studium, tak i pro výzkum. Za tímto účelem spolupracuje FBMI s mnoha externími odborníky a společnostmi. To má za cíl zavést zejména do výuky charakteristické prvky, které se vyskytují v reálné praxi. Ve výsledku to pak přispívá k větší uplatnitelnosti absolventů těchto oborů v praxi.

S tím souvisí i naše snaha podpořit toto úsilí různými projekty, kterými jsou i projekty financované z evropských strukturálních fondů EU a z rozpočtu ČR. Další navazující díly pak budou vydány za této podpory.

Závěrem nám dovoluujeme poděkovat všem, kteří se podíleli na přípravě skripta a vyjádřit přesvědčení, že učební text přispěje k lepšímu pochopení vyučované problematiky a též k většímu zájmu o obor, který je jistě velmi zajímavý, široký a též velmi rychle se vyvíjející.

Prof. Ing. Peter Kneppo, DrSc., Ing. Jiří Hozman, Ph.D.

za autorský kolektiv

V Kladně, dne 5. listopadu 2007