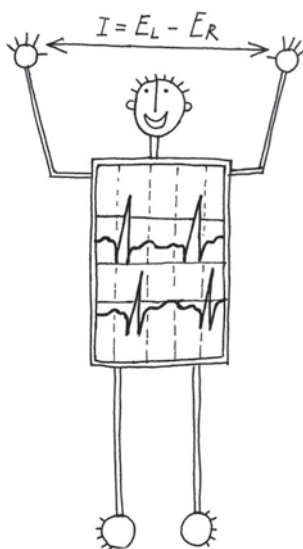


CZ.1.07/2.3.00/35.0021 „Popularizace vědy a výzkumu ČVUT“

**Popularizace VaV v oblasti  
biomedicínské a klinické techniky  
na Dnech otevřených dveří v Kladně**



# **PRAKTICKÁ PŘÍRUČKA**

mladého vědce

ČVUT FBMI

## PRAVIDLA:

1. Každý zájemce si v přízemí budovy vyzvedne hrací kartu, tzv. Index mladého vědce. Tam bude každému po absolvování úkolu potvrzeno jeho splnění razítkem.
2. K tomu, aby student získal certifikát a malý dárek, musí absolvovat 80 % úkolů.
3. Jestliže splní všechny tyto podmínky, bude mu předán v přízemí budovy certifikát spolu s malým dárkem.

## VĚDECKÉ TÝMY FBMI:

- Nanokompozitní a nanokrystalické materiály pro implantologii a biomedicínu
- Biotelemetrické systémy
- CzechHTA – Hodnocení zdravotnických prostředků
- Interakce XUV záření s biologickými objekty
- Kvantifikace hodnocení rehabilitačního procesu
- Nekonenční umělá plicní ventilace
- Nové trendy v medicíně katastrof
- Vyhodnocení okamžité polohy očí, hlavy, končetin a těla v klinické praxi
- Nanosensory
- Simulované pracoviště JIP – umělý pacient
- Interakce elektromagnetického pole s živými organismy

### Vědecký tým

## NANOKOMPOZITNÍ A NANOKRYSTALICKÉ MATERIÁLY PRO IMPLANTOLOGII A BIOMEDICÍNU

Výzkum prováděný touto skupinou je zaměřen do tří oblastí. Tou první je příprava a studium tenkých vrstev pro aplikace v medicíně. Zejména se jedná o biokompatibilní materiály (hydroxyapatit, diamantu podobného uhlíku, biosklo, zirkon), dopování biokompatibilních vrstev (stříbro, molybden, chrom,...), nanokrystalické a nanokompozitní vrstvy. Cílem je vyvinout nové typy biokompatibilních tenkých vrstev s aplikacemi v lékařství a sensorice. Druhou oblastí zájmu je modifikace povrchů implantátů



– povrch biokompatibilních materiálů pro implantologii je modifikován jednak mechanicky, jednak laserovým zářením.

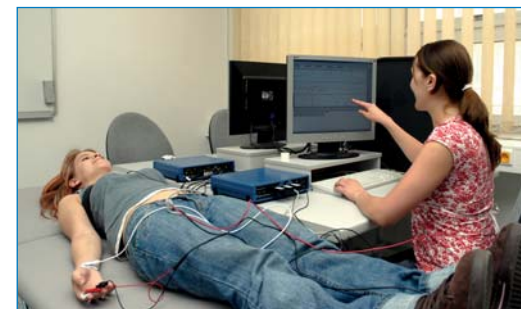
Třetí, neméně významnou oblastí je studium interakce UV laserového záření s látkou – interakční proces laserového záření s látkou (s tkání, plísněmi) je studován termokamerou, rychlými snímači tepelného záření, opticky a spektroskopicky.

**Činnost:** Experimenty s mikroskopem a možnost vidět ukázky vzorků srdeční chlopně, zubního implantátu, fixačního šroubu a vrstvy DLC (diamant podobný uhlíku) pro potahování ortopedických implantátů. Ukázka optických přístrojů a experimenty s nimi.

### Vědecký tým

## BIOTELEMETRICKÉ SYSTÉMY

Vědecký tým se zabývá snímáním, přenosem, on-line zpracováním, zobrazováním a archivací biologických signálů v reálném čase. V současné době pracuje na vytvoření mobilního pracoviště pro výzkum kardiovaskulárního systému i biologické zpětné vazby v klinické praxi a zkoumá optimální možnosti telemetrického přenosu fyziologických signálů do měřicího modulu.



Spolu s tím probíhá výzkum a vývoj klíčových algoritmů pro analýzu jednotlivých modalit. Cílem je sestavení speciálního modulárního systému pro snímání, digitalizaci, přenos, on-line zpracování a archivaci technických a fyziologických veličin (EEG, EKG, EMG, kožní odpor, teplota a dechová křivka), schopného pracovat v prostředí extrémního rušení během experimentů. Dalším cílem je návrh a realizace komplexního experimentálního softwarového systému pro interaktivní vizualizaci a pokročilé zpracování vícerozměrných biomedicínských dat získaných při měření a také provedení ověřovacích experimentů na zkonstruovaném modulárním měřicím systému s cílem plně integrovat vyvinutou metodiku do experimentů na biologických objektech.

**Činnost:** Telemetrie online, neboli vyzkoušej si, co znamená telemetrie v praxi.

### Vědecký tým

## CzechHTA – HODNOCENÍ ZDRAVOTNICKÝCH PROSTŘEDKŮ

Jsme skupina zabývající se hodnocením zdravotnických technologií (HTA), systémy poskytování a financování zdravotní péče a ekonomikou a managementem zdravot-

nictví. Náš tým vznikl kolem studijního oboru Systémová integrace procesů ve zdravotnictví. Soustředujeme se zejména na HTA aplikované na zdravotnické prostředky v podmínkách České republiky. V této oblasti využíváme expertní znalosti pracovníků celé fakulty a synergii, kterou přináší spolupráce s týmy zaměřenými na biomedicínské inženýrství a lékařskou techniku. Provádíme také expertní činnost v oblasti nákupu a provozu lékařské techniky.



**Činnost:** Kdo si rád hraje, má příležitost zde vyzkoušet několik zajímavých her s uvedenou problematikou

## Vědecký tým

### INTERAKCE XUV ZÁŘENÍ S BIOLOGICKÝMI OBJEKTY

XUV záření je elektromagnetické záření s vlnovými délkami 1–100 nm. Je velmi silně absorbováno atmosférou i většinou běžných látek v našem okolí. S přirozenými zdroji tohoto záření se proto v běžném životě nesetkáváme. Významné potenciální uplatnění XUV záření se očekává především v nových technologiích a v biologii. V technologiích se jedná především o litografické postupy při výrobě elektronických prvků velké integrace, v biologii jde především o zobrazování malých objektů, zejména buněk a o fotofyzikální jevy. Nejznámějšími zdroji XUV záření jsou synchrotrony. Alternativními zdroji, jejichž výzkumu se nyní věnuje významná pozornost, je laserové plasma a silnoproudý elektrický výboj.



**Činnost:** Typické experimentální vybavení s ukázkou moderní techniky pro záznam a vyhodnocení experimentů v oblasti extrémního UV záření.

## Vědecký tým

### KVANTIFIKACE HODNOCENÍ REHABILITAČNÍHO PROCESU

Výzkumná skupina se zabývá monitorováním a kvantifikováním procesu rehabilitační péče o pacienta s ložiskovým postižením mozku a využitím (3D) virtuální reality pro rehabilitaci pacientů s poruchami rovnováhy.

Cílem všech rehabilitačních postupů je zlepšit funkční schopnosti pacienta. K tomuto cíli vede celá řada rehabilitačních postupů, které pracují s pacientem v daném prostředí rehabilitačního pracoviště, nebo pacient rehabilituje v domácím prostředí, které je poměrně konstantní. Rehabilitace, zejména v počátečních stádiích, představuje pro nemocného člověka poměrně velkou zátěž, která může významným způsobem ovlivnit fungování kardiovaskulárního aparátu a při překročení určité hranice tolerance zátěže může dojít ke zpomalení rehabilitace, eventuálně ke zhoršení stavu.

Skupina nyní pracuje na monitorování rehabilitujícího pacienta z hlediska jeho pohybových aktivit a reakce kardiovaskulárního aparátu, na využití virtuální reality pro rehabilitaci pacientů s poruchami rovnováhy a na monitorování vývoje rehabilitace poruch hybnosti – objektivizaci rozsahu pohybu.



**Činnost:** Představení monitorování rehabilitujícího pacienta z hlediska jeho pohybových aktivit. Vyzkoušej si plošinu Nintendo wii, termovizní systém, biologickou zpětnou vazbu, tzv. biofeedback.

## Vědecký tým

### NEKONVENČNÍ UMĚLÁ PLICNÍ VENTILACE

Umělá plicní ventilace je vysoce efektivní metoda při řešení respirační nedostatečnosti či při selhání spontánního dýchání pacienta. Umělá plicní ventilace však zároveň působí negativně na pacientovu respirační soustavu, kterou poškozují. Cílem výzkumu je hledání takových režimů umělé plicní ventilace, u kterých je nežádoucí působení na pacientovy plíce minimalizováno. Mezi zkoumané techniky patří zejména vysokofrekvenční ventilace, při které se používají velmi malé dechové objemy a malé tlakové amplitudy, čímž je nepříznivý účinek umělé plicní ventilace redukován. Výzkum je zaměřen na technické zajištění vysokofrekvenční ventilace, na studium proudění plynů při vysokofrekvenční ventilaci, na monitorování vysokofrekvenční ventilace a ve spolupráci s klinickými pracovišti i na hledání cílové skupiny pacientů, pro které je vysokofrekvenč-

ní ventilace výhodná. Mezi významné výsledky patří vývoj zařízení nazvaného „Demand Flow System“, které umožňuje spontánní ventilaci pacientů připojených na vysokofrekvenční ventilátor, což má příznivé účinky na pacientovu respirační soustavu. Výzkumný tým se zabývá i dalšími nekonvenčními ventilačními technikami, jako je využití helioxu – směsi helia a kyslíku, kdyheliox díky svým fyzikálním vlastnostem protéká respirační soustavou mnohem snadněji než vzduch. Pacienti s obstrukční plicní nemocí mohou dýchat heliox spontánně i tehdy, když by při dýchání vzduchu nebyli spontánní ventilace schopni a museli by být připojeni na ventilátor.



**Činnost:** Může umělý pacient být ventilován? Umělý pacient a ventilace (krevní plyny, ventilační režimy). Co jsou to plicní ventilátory, ventilační režimy, mrtvý prostor apod.

V B-114 je možné vidět, jak vznikají veškeré elektronické obvody, bloky a zařízení jako celek. Když je obvod, blok či zařízení navrženo, lze ho dále realizovat právě zde. Z návrhu, obvodového schématu vznikne tzv. plošný spoj a na tuto desku se osadí elektronické obvody. Tyto desky pak tvoří hlavní součást navrhovaného zařízení anebo to může být deska, jako součást počítače či doplněk systému, jako třeba v případě LabView apod. Mnohdy je třeba velké trpělivosti a jemného zacházení, aby se vše povedlo. Návštěvníci zde mají možnost si některé dílčí činnosti vyzkoušet. Jako výsledky návrhu a realizace lze vidět zařízení pro výzkumný tým Nekonvenční umělá plicní ventilace. Kromě toho tato laboratoř přispěla také k vytvoření dalších zařízení v rámci ostatních týmů. Svojí náplní a vybavením se tato laboratoř zapojila též do výuky a to do problematiky návrhu a konstrukce a výuky praktické elektrotechniky na bakalářském oboru Biomedicínský technik a magisterském oboru Biomedicínský inženýr a Přístroje a metody pro biomedicínu.

## Vědecký tým

### NOVÉ TRENDY V MEDICÍNĚ KATASTROF

Ochrana obyvatelstva před mimořádnou situací je charakterizována jako soubor činností, postupů a opatření směřujících k minimalizaci dopadů na životy a zdraví obyvatelstva, majetek a životní prostředí. Vychází ze základních principů, uplatňovaných ve vyspělých zemích světa, ve kterých je ochrana obyvatelstva organizována. Důležitou složkou

ochrany obyvatelstva je civilní nouzová připravenost, která tvoří ucelenou oblast nevojenského plánování ochrany před následky mimořádných událostí a krizových situací. Civilní nouzová připravenost v bezpečnostním systému ČR představuje především procesní nástroj k předcházení závažných mimořádných událostí a krizových situací a k zajištění připravenosti na jejich zvládnutí.

V naší výzkumné činnosti se zaměřujeme především na tři prioritní směry:

- rychlou diagnostiku a ochranu organismu před poškozením chemickými, biologickými, radiologickými a jadernými látkami spočívající ve vývoji nových biodozimetrických postupů a technologií pro polní a laboratorní analýzu bojových chemických látek jejich testování a inovaci dekontaminačních prostředků. Značnou pozornost věnujeme rozpracování metodiky TOXALS;
- studium patofyziologických dějů při stresových situacích, adaptaci organismu na chlad a horko a možnosti jeho ochrany před trvalými následky a optimálních nutričních návyků v podmínkách vnějšího ohrožení. Pozornost je věnována studiu hojení ran v extrémních podmínkách a vývoji vhodných technologií;
- zpracování principů zdravotnické kritické infrastruktury a jejich aplikace do příslušných havarijních plánů a metodických postupů.

**Činnost:** Možnosti využití prostředků improvizované ochrany. Monitoring nebezpečných látek pomocí nově vyvíjených jednoduchých prostředků detekce. Vývoj nových technologií v problematice respirační terapie. Neodkladná resuscitace. Resuscitační figurína a životně důležité funkce. Jednoduchost postupů první pomoci. Pomocí pokusu bude vysvětleno využití RTG záření v medicíně při aplikaci lékařského ozáření.



## Vědecký tým

### VYHODNOCENÍ OKAMŽITÉ POLOHY OČÍ, HLAVY, KONČETIN A TĚLA V KLINICKÉ PRAXI

V současné době je používáno mnoho systémů v oblasti vyhodnocování pohybu a polohy člověka či jeho částí z různých aspektů. Tým na ČVUT FBMI se zaměřil již před



mnoha lety na oblast hodnocení okamžité polohy očí, hlavy, končetin a těla samostatně anebo v kombinaci. Zejména se jedná o aplikace v neurologii se zaměřením na hodnocení stability, resp. funkce rovnovážného ústrojí a v oblasti funkčních poruch vidění u dětí se zaměřením na diagnostiku poruch binokulárního vidění. Za dobu své existence tým vyvinul několik specializovaných zařízení, která se používají v klinické praxi a pro výzkumné účely na zdravotnických pracovištích. Na všechna tato zařízení byly vydány užité vzory. Výčet těchto aktivit je velmi široký a proto pozornost soustředujeme zejména na čtyři významné aplikace:

- počítačem řízený haploskop (stereoskop),
- pupilometrie a kraniokorpografie,
- systém pro měření okamžité polohy hlavy s těla založený na využití kamer,
- měření a analýza pohybu u neurologických pacientů.

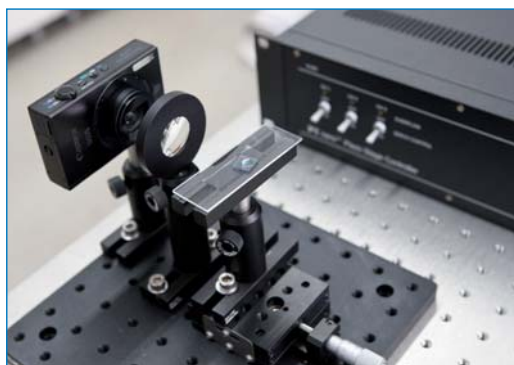
**Činnost:** Vyhodnocování polohy a pohybu je možné provádět mnoha různými technickými prostředky a zde je možnost si některé vyzkoušet. Otestujte své polohy a pohyby! Nebude chybět robotická paže, snímání pohybu pomocí kamerových systémů a ovládání počítače pomocí jazyka.

## Vědecký tým

### NANOSENSORY PRO BIOMEDICÍNU

Skupina se zabývá vývojem nových typů biosenzorů založených na uhlíkových materiálech, zejména diamantu. V současné době připravuje biosenzory využívající nanodiamantové částice a tenké diamantové vrstvy. Diamant má řadu vlastností ideálních pro biomedicínské aplikace. Je velice dobře snášen lidským tělem a díky své struktuře je extrémně mechanicky i chemicky odolný k různým formám znehodnocení. Čistý diamant bez dalších příměsí je skvělý izolant, který je průhledný.

Přidáním vhodné příměsí při výrobě lze připravit diamant s vlastnostmi polovodiče. Jiné příměsí umožňují, aby diamant za určitých okolností svítil. Diamant umožňuje snadné navázání biomolekul na svůj povrch, což dovoluje navrhnout nanodiamantový biosenzor „na míru“ pro konkrétní biomedicínskou aplikaci. Příkladem aplikace, na které skupina pracuje, je nanodiamantová částice, která umožní do buňky dopravit léčivo a zároveň detekovat, že bylo v buňce úspěšně uvolněno.



**Činnost:** Vyzkoušet si, proč je povrch u nanomateriálů tak důležitý.

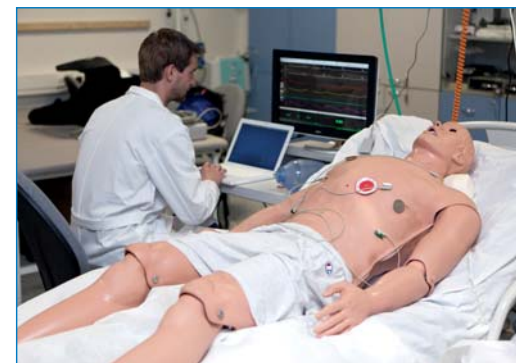
**Experiment:** Účastník si může vyzkoušet, jak může povrchová vrstva o tloušťce jednoho atomu zcela změnit vlastnosti daného materiálu. Na příkladu obyčejného a „magického“ písku se účastník seznámí s chováním hydrofilních a hydrofobních částic ve vodě a dozví se o praktickém využití těchto úprav. Ukážeme uhlíkové (nano)materiály (grafit, diamant, grafen), jejich strukturou a fyzickou podobou.

**Cíl:** Seznámit se s možnostmi použití nanočástic v medicíně a s jejich povrchovými úpravami, které změni jejich interakce s okolím a učiní je atraktivní pro buňky.

## Vědecký tým

### SIMULOVANÉ PRACOVIŠTĚ JIP – UMĚLÝ PACIENT

„Umělý pacient“ je součástí simulovaného pracoviště jednotky intenzivní péče. Jedná se o celotělový simulátor, který je typickým produktem biomedicínského inženýrství, které spojuje technické prostředky s medicínou. Simulátor kopíruje fyziologické parametry dospělého člověka a umožňuje připojení a zejména interakci s řadou reálných zdravotnických prostředků jako je např. monitor vitálních funkcí či defibrilátor nebo podávání léků.



Simulace pak mají reálný charakter a odpovídají práci se skutečným pacientem, což umožňuje trénink zdravotnického personálu a prakticky orientovanou výuku. Fakulta biomedicínského inženýrství je jedním z několika málo pracovišť, které takovýmto simulátorem disponuje. I přes výjimečné vlastnosti má umělý pacient některá omezení. Skupina pracovníků se věnuje rozšíření funkcí a možností využití simulátoru, jak pro výuku, tak i pro další výzkum v oblasti propojení reálných technických prostředků se simulátorem. Mezi řešené problematiky patří rozšíření simulátoru o simulaci EEG signálu, propojení se simulátorem plic ASL 5000 nebo propojení s dialyzačním přístrojem. V rámci inovace simulátoru byla vytvořena servisní matrace, která poskytuje další prostor pro umístění přídavných modulů a přístrojů.

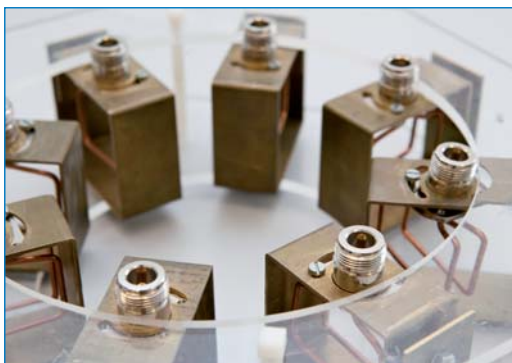
**Činnost:** Poznej umělého pacienta a možnosti ventilace (krevní plyny, ventilační režimy).

### INTERAKCE ELEKTROMAGNETICKÉHO POLE S ŽIVÝMI ORGANISMY

Výzkumný tým Bio-elektromagnetizmu se především zabývá návrhem přístrojového vybavení pro tzv. mikrovlnnou hypertermii, která se úspěšně využívá k léčbě rakoviny. Nejčastěji se tato metoda kombinuje s radioterapií, kde i při radikálním snížení dávek radioterapie dochází ke zvýšení celkové účinnosti léčby. Snížení dávek radioterapie dále vede k omezení nežádoucích vedlejších účinků léčby.

Dále se zabýváme vývojem metody a systému povrchového mapování bioelektrické aktivity srdce. Pomocí této metody lze neinvazivně diagnostikovat procesy de-/re-polarizace komor srdce. To je zvláště důležité pro pacienty s více patologiemi, jako je infarkt myokardu nebo ischemie s mimoděložní činností v komorách.

Nové technologie na bázi využití EM pole, zpravidla využívající mikrovlnné principy, hrají v oblasti moderní medicíny stále významnější roli (viz např. MR, EKG, EEG, hypertermie, termoterapie, termoablace, atd.) a lze očekávat, že technologie na bázi EM pole mají velký potenciál přinést mnoho nových významných příspěvků do terapie a diagnostiky i v blízké budoucnosti. A tím zvýšit pravděpodobnost úspěšné léčby pro mnohé pacienty. Nejčastější příčinou náhlého úmrtí jsou fatální komorové arytmie v důsledku porušení elektrických vlastností srdce. Jednou z aktivit našeho týmu je vyvinout neinvazivní hodnocení elektrofyziologické poruchy v komorách srdce. Proto používáme systém povrchového mapování srdce Procardio-8 s 64 aktivními elektrodami. Analýza distribučních map elektrického potenciálu na povrchu trupu člověka vyhodnotí bioelektrické aktivity srdce. Tak je možné pomocí této metody diagnostikovat srdeční funkce neinvazivně. To je zvláště důležité pro pacienty s více patologiemi, jako je infarkt myokardu nebo ischemie s mimoděložními činnostmi v komorách.



**Činnost:** Netušíte, k čemu se používají tzv. aplikátory, co je hypertermie a k čemu slouží fantomy? Tak zde se to dozvíte a ještě si budete moci mnoho z toho vyzkoušet.









