

---

# Laboratoř pro biomechaniku extrémních zátěží

---

<http://tarantula.ruk.cuni.cz/IFORUM-8450.html>

---

## LABORATOŘ PRO BIOMECHANIKU EXTRÉMních ZÁTĚŽÍ

Univerzita Karlova, katedra anatomie a biomechaniky FTVS,  
Jose Martino 31, Praha 6 – Vokovice

Na podzim v roce 2001 vznikla myšlenka laboratoře Biomechaniky Extrémních Zátěží (BEZ). Katedra anatomie a biomechaniky (A+B) UK FTVS v Praze tak odstartovala novou etapu aktivního řešení chronicky nedobrého stavu v badatelské oblasti biomechanického výzkumu a experimentálního zajištění postgraduální doktorandské výuky v biomechanice na Univerzitě Karlově - vybudování vlastního experimentálního pracoviště, které by bylo kompatibilní s obdobnými v mozaice již vniklých na partnerských pracovištích UK, AVČR a ČVUT. Počítalo se s projektem laboratoře s potřebnými technologiemi pro základní i aplikovaný výzkum ve vybraných, zatím „nepokrytých“ oblastech biomechaniky, tématicky vlastních Univerzitě Karlově a FTVS. Tento projekt měl také za cíl částečně zmírnit ztrátu ve vědecké produkci na obdobná zahraniční i tuzemská univerzitní pracoviště.

V průběhu následujících tří let (2001-2004) studenti a pracovníci katedry A+B vynaložili téměř veškeré volné úsilí a „nadpráci“ na vytvoření takovéhoho pracoviště. Do současné doby bylo odpracováno na projektu a jeho realizaci přes 7500 pracovních hodin převážně vlastními členy katedry a doktorandy. Velmi účinnou se ukázala spolupráce a suport partnerů z jiných fakult UK (zejména pražských LF) a spolupracujících mimo-univerzitních pracovišť (Fakulta strojního inženýrství, Fakulta stavební a Fakulta dopravní ČVUT, Fyziologický ústav a Ústav termomechaniky AV ČR). Od té doby běží práce v „BEZu“ na plné obrátky.

LabBEZ se stala biomechanickou experimentální základnou doktorského studia v biomedicině na UK (DSBM UK).

V průběhu posledních let bylo v laboratoři řešeno více než 25 grantových úloh (GAČR, MZd, MPO, MD, MŠMT, GAUK, FRVŠ), více než 40 dizertačních prací a desítky prací diplomových. Dnes je jasné, že se počáteční investice vyplatila.

### Pracoviště labBEZ.



MIKROBIOMECHANIKA - Detekce tvarových a reologických vlastností měkkých tkání. Technologie: microtester + fluorescenční stereomikroskop s rychlým filmovým záznamem.



SPECIÁLNÍ DYNAMOMETRIE – detekce odezvy kraniální oblasti na impaktní zátěž.



KINEMATIKA a DYNAMIKA – technologie QUALYSIS - 3D kinematická a dynamická analýza pohybových úloh u osob se specifickými potřebami.

Dřív než představíme provoz LabBEZ podrobněji, pokusíme se zodpovědět stručně dvě otázky:

#### 1. Co je to biomechanika?

Biomechanika je vědní obor, který se věnuje živému (bios) pohybu (mechanos), tedy mechanické struktuře, mechanickému chování živých objektů (řasy, rostliny, hmyz, zvířata, člověk, atd.) a jeho řízením na různé rozlišovací úrovni - subcelulární, celulární, tkáňové, orgánové, organismus až po aglomerovaná společenství. Má dlouhou historii. Prý to začalo v renesanční časech (Borelli vymyslel název, da Vinci dal vklad do začátků, ...), později v době „pozdních alchymistů“ se některým otázkám věnovali např. i známé osobnosti jako Galileo, Hook, Newton a další. V industriální době a dnes se biomechanika zaměřila především na řešení typických otázek z oblasti biomechaniky člověka: mechanické charakteristiky typických pohybů člověka (lokomoce, manipulace...), etiologie traumat pohybového ústrojí a jejich terapie, umělé náhrady, sport, ergonomie a problém kompenzace pracovní zátěže, vztah člověk – stroj, tolerance organismu člověka na zátěž, atd. Současné trendy naznačují velmi intenzivní bádání ve směrech tkáňové reologie, hemomechaniky a respirační mechaniky.

#### 2. Co se myslí extrémní zátěží ?

Extrémní zátěží se myslí takový režim účinku mechanické zátěže, který je polarizován ve smyslu hypo ó hyper. Naším objektem zkoumání je člověk, a to jak na úrovni celulární, tkáňové, tak celého organismu. Hypokinetická zátěž se např. projevuje nedostatečnou mechanickou stimulací organismu pohybového ústrojí člověka a jeho logistiky, tudíž i procesů na úrovni jiných orgánů, a jejich vnitřní komunikace a řízení, což vede k řadě negativních adaptačních procesů. Hyperkinetická zátěž naopak vede k řadě degenerativních procesů v organismu a v krajní formě ke vzniku traumat, až jeho destrukce.

**Lab BEZ je orientována na tématické okruhy z oblastí:**

- **sportinženýring a rehabilitační inženýrství** (problém účinných ochranných pomůcek, náradí, pomůcky, náčiní, výbroje a výstroje, adaptabilita a tolerance člověka vůči extrémním zátěžím, biomechanické aspekty nezávislého života tělesně postižených, apod.)
- **zátěžová patobiomechanika** (problém tolerance organismu na mechanickou zátěž z hlediska tkáňové reologie, zátěž versus logistika organismu, zátěž a posttraumatické a degenerativní změny, interakce organismus – pomůcka, biokompatibilita, apod)
- **forenzní biomechanika** (problém identifikace zátěžové historie typu mechanické zátěže, rizika a příčiny selhání systému člověk – stroj, dynamika interakce dopravních prostředků a zátěžových důsledků na organismus člověka, aspekty prevence, aktivní i pasivní bezpečnosti apod). Významnou aktivitou je expertní a soudně znalecká posudková činnost.
- **analýza a syntéza pohybu člověka** (problém diagnostiky přirozeného a adaptovaného pohybu člověka v ontogenezi, zdraví a patologii, možnosti jeho ovlivnění, zvýšení výkonnosti a spolehlivosti, ergonomické aspekty, apod.).

· forenzní biomechanika (problém identifikace zátěžové historie typu mechanické zátěže, rizika a příčiny selhání systému člověk –

V jednom dislokovaném komplexu zde koexistují provozy pro makro a mikrobiomechaniku - ( mikroskopická analýza dynamiky zátěžových deformací tkání, tkáňových komplexů, orgánů), dále pro analýzu, syntézu a zpracování obrazových dat, kloubní a svalovou reologii, komplexní 3D analýzu pohybu a speciální dynamometrii.

Personál laboratoře je zatím tvořen výhradně pedagogy katedry A+B v „nad-úvazkovém“ režimu a interními doktorandy katedry A+B. Již nyní tento interdisciplinární 35 členný tým tvoří inženýři, lékaři, matematici, biofyzici, fyzioterapeuti a tělovýchovni pedagogové. LabBEZ těsně spolupracuje s laboratořemi ČVUT a 1. LF (FTP), 2. LF (Ústav Biofyziky, termodynamickou laboratoří ÚT AVČR a pracovištěm epileptologie FgU AVČR.

V rámci řešení některých společných témat labBEZ spolupracuje s např. s Dept. of Biomechanics Institute for Legal Medicine, Munich University a dalšími.

Pro nedostatek investičního suportu zvenčí (kromě grantových aktivit a expertně posudkové činnosti) je spolupráce labBEZ s externími pracovišti podmíněna požadavkem spoluúčastí na krytí provozních nákladů na řešení dané úlohy. Přesto z vlastních prostředků kryje řešení některých diplomových a disertačních prací kateder FTVS: fyzioterapie, sportů v přírodě, technických a úpolových sportů, atletiky, gymnastiky. Jistě mnohé z domácích fakulty napadne otázka: proč není ve výčtu vědecko výzkumných témat výrazněji deklarován sport, když biomechanika tuto aplikaci do r 1989 v Čechách provozovala a ve světě je dále na pořadu dne. Doporučujeme se zeptat pana Hušáka a jeho „spolubojovníků“.

Pochybujeme však, že odpoví... Nic méně se této problematice věnujeme, jak je ve výčtu některých prací vidět. Řešení všech disertačních prací bylo součástí řešení grantů, tedy finančně kryto z grantových prostředků. Obsahově jsou laděny směrem do základního výzkumu (požadavek na disertační práce) se zřetelnou aplikací. Názvy náhodně vybraných obhájovaných disertačních prací řešených na tomto pracovišti to ilustrují:

- Měření viskoelastických vlastností měkkých tkání při spastickém syndromu (Šifra),
- Vliv úchopu na přenos environmentálních vibrací proximální končetinou a jeho detekce (Mende),
- Simulace transportu mozkomíšního moku (Otáhal,J.),
- Dynamika vybraných parametrů axiálního systému gravidních žen do jednoho roku po porodu (Kuřová),
- The Influence of Mechanical Vibrations on the Shape and Functional Stability of the Head-Neck Complex (Ravnik),
- 3D konečně prvkový model pánevního komplexu člověka a numerická simulace silově – deformačních vztahů (Horáčková),
- Axiální rotace obratlů ve vztahu k tvarovým změnám páteře (Pallová),
- Identifikace reologických vlastností meziobratlové ploténky in vitro in vitro metodou volných oscilací (Zemanová),
- Počítačová animace a anatomicky realistický model ramenního kloubu (Štěpán)
- Simulace transportu mozkomíšního moku (Štěpáník),
- Hydrodynamika mozkomíšního moku v páteřním kanále (Kaczmarška),
- Problém identifikace kontrakční strategie svalů (Pánek),
- 3D tvarová analýza struktury nohy pod zatížením (Tětková),
- Biomechanické aspekty plavání jedinců s míšní lézí a možnosti jejich ovlivnění speciálními plaveckými pomůckami ( Podubecská ),
- Kinematika a dynamika interakce koně a jezdce při skoku a jejich simulace ( Němeček ),
- Hydrodynamická analýza a vizualizace proudění při obtékání okolí akrálních částí lidské ruky ( Maršálek ),
- Biomechanická optimalizace dynamiky oporové fáze při bipedální lokomoci člověka ( Hojka – před obhajobou ),
- .....atd

LabBEZ je postupně připravována na získání statutu akreditovaného pracoviště pro posudkovou a expertní činnost v oblasti sportinženýringu a rehabilitačního inženýringu pro region ČR a na prohloubení spolupráce s průmyslovou oblastí. To snad pomůže v budoucnu řešit její lehkou finanční anemii a zlepšit kredit mateřského pracoviště. Je to však úloha nelehká - takový běh v zarostlém, nepřehledném, kopcovitém terénu, plným chroští a pichláků s horizontem, který se sem tam zamlží, ale naštěstí opět vyjasní. Držte nám palce! Nebo lépe: poběžte s námi!

**Prof. ing. Stanislav Otáhal,CSc.**

Předseda oborové rady biomechanika

UK FTVS Praha

**Doc. dr. Karel Jelen,CSc.**

Vedoucí katedry anatomie a biomechaniky

UK FTVS Praha