

# Stanovisko k disertační práci

Autor: Ing. Vít Štěpánek, DBA

Téma: Objektivizace léčebného postupu pomocí technologie BCI

Studijní program: Inženýrská informatika

Vedoucí práce: prof. Mgr. Roman Jašek, Ph.D., DBA

Odborné stanovisko: doc. MUDr. Michal Filip, Ph.D.

Disertační práce řeší problematiku návrhu systémové architektury a jejího ověření vytvořením referenčního rámce pro objektivizaci výsledků rehabilitačních technik. Práce je psána čitelně a srozumitelně v anglickém jazyce.

Práce je aktuální, přínosná jak po stránce vědeckovýzkumné, tak aplikační. Tak jak je představena posouvá úroveň poznání v uvedené oblasti a vnímám ji jako významnou a unikátní.

Cílem práce je návrh architektury informačního systému pro objektivizaci výsledků rehabilitačních technik například po cévní mozkové příhodě. Uvedený návrh využívá autorem navržený referenční systémový rámec pro sběr a výměnu dat souvisejících s mozkovou aktivitou jedince. Data systému jsou získána primárně pomocí zařízení pro snímání mozkové aktivity pacienta a z rehabilitačních přístrojů. Sekundárně jde o data z primárního a klinického výzkumu a o záznamy uložené v patientských informačních systémech. Systém poskytuje prostředky pro analýzu těchto dat a je schopen nalézat skryté souvislosti mezi nimi. Analýza pak může být využita, jak pro objektivizaci přínosů jednotlivých rehabilitačních technik, tak pro zlepšení vlastností zařízení pro snímání mozkové aktivity. Navržený systém je koncipován jako distribuovaný a využívá metodu kontejnerizace aplikací.

V systému byly identifikovány jak silné, tak slabé stránky spojené se zpracováním signálu. Byly navrženy způsoby, jak tyto slabé stránky vhodným způsobem ovlivnit - přijatelně eliminovat pomocí technik strojového učení. Byly navrženy dvě konkrétní aplikace, které by v klinické praxi využívaly BCI k doplnění existujících metod objektivizace. Byl navržen rámec pro objektivizaci metod léčby pomocí zařízení BCI. Tento rámec široce podporuje sběr a

zpracování údajů souvisejících s léčbou pacientů. Umožňuje opětovné použití těchto dat ke zlepšení výkonu zařízení BCI. Současně umožňuje použití tohoto zařízení v aplikacích pro objektivizaci léčebných metod v klinické praxi.

V práci byly vhodně definovány a na úrovni současného poznání požadavky na Informační systém a byla definována pravidla a doporučení pro jeho fungování. Bylo zjištěno, že pro daný informační systém je velmi vhodné používat architekturu distribuovaného prostředí, kontejnerových aplikací a mikroslužeb (a to i s ohledem na kybernetickou bezpečnost procesů).

Navrhovaný rámec, informační systém a aplikace využívají sílu moderních distribuovaných systémů. Navržená cesta umožňuje další aplikovaný výzkum a je možno touto cestou zavést BCI do klinické praxe.

Otázky:

Může se takto navržený systém použít nejen pro pacienty s poruchou hybností ale i s jinými poruchami jako jsou například poruchy gnostických funkcí?

Práci **doporučuji** k obhajobě před příslušnou komisí a v případě úspěšné obhajoby **udělit jmenovanému titul Ph.D.** v uvedeném oboru.

Ve Zlíně dne 28.07. 2021

doc. MUDr. Michal Filip, Ph.D. (neurochirurg, ředitel KNTB ve Zlíně, vedoucí Ústavu rehabilitace LF OSU)  
mail: [michal.filip@osu.cz](mailto:michal.filip@osu.cz), [filip@bnzlin.cz](mailto:filip@bnzlin.cz)

# Oponentský posudek doktorské disertační práce

## Autor doktorské práce:

*Ing. Vít Štěpánek, DBA*

## Téma doktorské práce:

*Objektivizace léčebného postupu pomocí technologie BCI*

## Školitel doktoranda:

*Prof. Mgr. Roman Jašek, Ph.D., DBA, FAI UTB*

## Oponent doktorské práce:

*Doc. RNDr. PaedDr. Hashim Habiballa, Ph.D., Ostravská Univerzita*

## **Téma práce a splnění cíle**

Problematika snížení následků pacientů po mozkovém poškození je důležitou úlohou z hlediska medicínského, ale i infromatického, neboť podpora těchto lékařských intervencí přináší zefektivnění, objektivizaci a standardizaci procesů. Jde o složitou úlohu multidisciplinárního charakteru a z toho pohledu je práce náročná a přínosná z pohledu více disciplín. Autor má navíc zkušenosti již z minulého odborného působení ve zdravotnictví, tudíž práce je podpořena nejen teoretickým vědeckým přínosem, ale i možnostmi implementace ve zdravotnickém výzkumu a klinické praxi.

Práce se soustředí především na využití zařízení BCI (brain-computer interface) a vytvoření systému objektivizace léčebného procesu. Rozšiřuje navíc použití BCI a poznatky o jejich dopadech na proces objektivizace. Autorem navržený framework pro podporu léčebného procesu s využitím BCI umožňuje sběr a analýzu individuálních dat pacienta a to na architektuře cloudových technologií. Práce také přináší návrh vhodné metodologie pro využití systému.

Z pohledu struktury má práce standardní strukturu, tedy popis teoretických východisek, stanovení cílů práce, popis vlastního systému (design a aplikace), metodologie objektivizace a shrnutí výsledků práce. Hlavní cíle jsou následující:

1. Návrh systému na základě poznatků SW inženýrství umožňující používat metody objektivizace léčby s použitím BCI zařízení, jejich analýzu a porovnání účinnosti.
2. Kompilace metodologie pro dlouhodobé použití systému v klinické praxi.

Práce tyto cíle splňuje, včetně výsledných zjištění důležitých pro další použití systému založeného na BCI zařízeních.

## **Přínos v oblasti poznání**

Autorův přínos je hodnotný především z pohledu unikátnosti komplexního řešení zahrnujícího navržený Framework, informační systém a aplikace s využitím BCI zařízení, distribuovaných systémů a cloudových technologií. Jeho spojení několika metod do hybridního frameworku má i svůj teoretický přínos, byť za hlavní výsledky považují

implementaci systému umožňujícího výměnu informací mezi jednotlivými prvky a subjekty léčebného procesu.

Aplikace 1 v kapitole 4.2.1. je příspěvkem k objektivizaci procesu identifikace mozkových center zodpovědných za motorickou činnost pomocí neuronových sítí, což je zajímavá aplikace metod soft-computingu. Aplikace 2 v kapitole následující pak objektivizuje hodnocení pokroku pacienta v léčbě s pomocí hluboké neuronové sítě použité pro shlukování pacientů dle výsledku léčby. Obě aplikace ukazují využití frameworku pro objektivní hodnocení léčebného procesu.

Další důležité výsledky práce zahrnují identifikaci specifických frekvencí vhodných pro objektivizaci, výhody využití distribuovaných systémů a použití blockchain technologií.

Výsledky a další autorovy práce byly rovněž publikovány především na mezinárodních konferencích. Kvantitativní ukazatele publikační činnosti jsou přiměřené aplikačnímu charakteru práce. U některých publikací je vícero autorů, tudíž autor by měl u obhajoby jasně vymezit jeho přínos v těchto publikacích.

## **Formální úprava, publikace**

Doktorská disertační práce je členěna do 8 kapitol, včetně závěru a navíc s přílohami k publikacím autora a jeho profesní historii. Po formální stránce je práce zpracována pečlivě, práce má jasnou strukturu a ilustruje výstižně použité metody i konkrétní vývoj. Obrázky výstižně popisují nejdůležitější poznatky získané při tvorbě systému i samotný Framework. Použitá literatura je přiměřená, obsahuje mnoho velmi aktuálních zdrojů (monografie, sborníky, časopisy).

## **Dotazy a připomínky**

Celá práce je psána srozumitelně a postupně řeší problematiku od analýzy po konkrétní návrh.

Autor by na obhajobě měl odpovědět na následující dotazy:

1. Jaký je podíl autora na uvedených publikacích se vztahem k tématu?
2. Které vlastní práce považujete za nejrelevantnější k tématu disertace?
3. Kde se plánuje nasazení systému, případně máte již nějaké výsledky z klinické praxe?
4. Na obrázku 4.1 je jako jedna z možných využitých technologií VR – kde konkrétně plánujete její užití?

## **Závěr**

Předložená práce Ing. Víta Štěpánka, DBA splňuje požadavky kladené na doktorskou disertační práci a to jak z pohledu teoreticko - metodologické úrovně, tak ve využitelnosti v praxi. Práce obsahuje původní výsledky.

Doporučuji předloženou disertační práci k obhajobě a rovněž doporučuji, aby na základě úspěšné obhajoby byl panu Ing. Vítu Štěpánkovi udělen akademický titul Ph.D.

V Ostravě 10. 7. 2021

**Věc:**

Oponentský posudek disertační práce Ing. Víta Štěpánka, DBA

**Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně**

**Fakulta:** Fakulta aplikované informatiky

**Studijní program:** Inženýrská informatika

**Uchazeč:** Ing. Vít Štěpánek, DBA

**Název disertační práce:** Objektivizace léčebného postupu pomocí technologie BCI

**Vedoucí práce:** prof. Mgr. Roman Jašek, Ph.D., DBA

**Oponent:** prof. MUDr. David Školoudík, Ph.D., FESO, FEAN

**Pracoviště:** Lékařská fakulta, Ostravská univerzita

---

Na základě jmenování předkládám oponentský posudek na disertační práci Ing. Víta Štěpánka, DBA. Předkládaná disertační práce s názvem „Objektivizace léčebného postupu pomocí technologie BCI / Objectivization of treatment procedure using BCI technology“ má celkem 96 stran vlastního textu a je následována životopisem autora. Práce je strukturována standardním způsobem. Před textem je zařazeno prohlášení a poděkování studenta, abstrakt v českém a anglickém jazyce, obsah a seznam obrázků, tabulek a použitých zkratk.

Samotná práce je dělena na úvod, popis problému, cíle práce, architekturu systému, metodiku, výsledky, vědecký přínos a závěr. Práce se zabývá velmi aktuální problematikou návrhu systémové architektury a jejího ověření vytvořením referenčního rámce pro objektivizaci výsledků rehabilitačních technik, a to především pro využití v rehabilitaci pacientů po cévní mozkové příhodě. Práce je psaná srozumitelně kultivovanou angličtinou.

V úvodu je popsána problematika cévních mozkových příhod a následně se práce věnuje

problematice brain-computer interface (BCI) a možnosti využití k objektivizaci léčebného procesu. Následně jsou poslány cíle práce, návržení architektury systému podle zásad pokročilého SW inženýrství, která bude podporovat stávající metody objektivizace používané v klinické rehabilitační praxi, za účelem srovnání účinnosti jednotlivých ošetření pomocí zařízení BCI, a kompilace metodiky pro dlouhodobé využívání navrhovaného systému v klinické praxi několika zdravotnických zařízení a jeho zlepšování.

V další části práce se autor věnuje návržením samotné architektury systému, kdy navrhuje vlastní referenční framework k objektivizaci efektu rehabilitace. Popisu 2 aplikace k této objektivizaci – první s použitím EEG a druhou se srovnáváním dat od jiných pacientů. V následné části „Metodika“ je blíže popsán pracovní postup. Autor zjistil, že pro použití BCI v klinické praxi je nutné vylepšit vlastnosti zařízení typu BCI, a to nejlépe s použitím primární metody strojového učení. Z těchto důvodů byl vytvořen samotný framework. Následně byly definovány algoritmické parametry Framework a navržen informační systém, který je splňuje. V kapitole výsledky pak autor prezentuje své nálezy a výsledky práce.

Drobným nedostatkem práce je chybění samotného praktického využití technologie BCI v objektivizaci léčebného postupu, tedy rehabilitaci pacientů po cévní mozkové příhodě, jak by mohlo být očekáváno z názvu práce.

### **Stručný souhrn**

Disertační práce Ing. Víta Štěpánka, DBA představuje vlastní práci autora. Téma práce je velmi zajímavé a aktuální, je psaná srozumitelně. Teoretický úvod jasně ukazuje dostatečný přehled Ing. Štěpánka v dané problematice. Drobné jazykové nepřesnosti nepřesahují přijatelnou mez.

K předložené disertační práci mám následující otázky:

- 1/ Ve které oblasti medicíny vidíte největší potenciál pro využití BCI?
- 2/ Jaké úskalí vidíte v současných možnostech využití BCI v objektivizaci efektu rehabilitace?

### **Závěr**

Disertační práce Ing. Víta Štěpánka, DBA „Objektivizace léčebného postupu pomocí technologie BCI“ splňuje všechny požadavky kladené na disertační práci. Disertační práce splnila všechny cíle. Zabývá se aktuální tematikou, přináší nové poznatky s potenciálním uplatněním v klinické praxi.

Disertační práci **doporučuji** k obhajobě podle §47 VŠ zákona 111/98 Sb. V případě úspěšné obhajoby doporučuji udělit uchazeči akademický titul **doktor** ve zkratce „Ph.D.“ dle příslušného zákona.

V Ostravě 4.8.2021

prof. MUDr. David Školoudík, Ph.D., FESO, FEAN  
ředitel Centra zdravotnického výzkumu  
proděkan pro vědu a výzkum  
Lékařská fakulta  
Ostravská univerzita  
e-mail: skoloudik@email.cz