

doc. Ing. Jana Kolářová, Ph.D.  
Ústav biomedicínského inženýrství  
Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií  
Vysoké učení technické v Brně  
Technická 12  
61200 Brno

## **Oponentský posudek disertační práce Marty Šrutové**

s názvem

### **New algorithms for analyzing changes in ECG wave morphology**

(Nové algoritmy pro analýzu morfologických změn průběhu EKG)

Předložená disertační práce je zaměřena na detekci syndromu dlouhého QT intervalu (LQTS) pomocí analýzy EKG. Téma práce odpovídá studijnímu oboru Biomedicínská a klinická technika a je z hlediska současného stavu vědy aktuální.

Práce je napsána v anglickém jazyce, čítá přes 70 stran textu s odkazy na 97 relevantních literárních zdrojů. Literární zdroje dokládají vývoj problematiky za posledních 30 let. Použitá literatura je relevantní.

#### 1. Aktuálnost tématu disertační práce

Práce je zaměřena na problematiku syndromu dlouhého QT intervalu, který je spojen s aktivitou iontových kanálů a lze jej odhalit pomocí genetických testů. Včasná diagnostika této dědičné formy srdečního onemocnění může být pro pacienty klíčová. Autorka práce velmi přehledně a srozumitelně uvedla popis jednotlivých typů a uvedla jejich hlavní znaky. Doplnila také rozměření QT intervalu z průběhu EKG včetně korekce QT intervalu pomocí běžně uvedených postupů. Hlavním zaměřením práce je odhalení 3 nejčastěji vyskytujících se genotypů pomocí EKG analýzy. Tato analýza by umožnila včasné odhalení LQTS již během standardních preventivních prohlídek bez genetických testů. Na základě analýzy EKG dat z databází, které byly doplněny i o genetické informace měřených subjektů, mohla autorka provést návrh detekčních algoritmů a ověřit je. Ačkoliv se analýze EKG věnuje celá řada vědců a lékařů, stále je analýza EKG důležitým tématem pro další studia, viz tato práce.

## 2. Splnění cílů disertační práce

Cílem práce je vytvořit systém pro detekci nejčastěji se vyskytující genotypů LQTs z průběhu EKG pomocí moderních metod zpracování signálů. K dosažení tohoto cíle si autorka stanovila 4 kroky, které vedou k úspěšné realizaci.

- Uvedla parametry použitelné pro popis QT intervalů a podrobně je popsala.
- Připravila signály pro testování parametrů z databází. I pro neveřejnou databázi z Mayo Clinic si dokázala najít způsob, jak pomocí jejich databáze EKG signálů doplněných o genetické informace konkrétních subjektů prověřit vhodnost použití konkrétních parametrů. Dále pak pracovala s větší databází z Telemetric and Holter Warehouse, kterou opět podrobně popsala, vybrala konkrétní úseky EKG a připravila pro další zpracování.
- Autorka provedla diskriminační analýzu. Ověřila možnosti diferenciaci 3 genotypů LQTs pomocí různých parametrů. Doplnila také možnost použití entropie, která se ovšem ukázala být pro všechny 3 genotypy velmi podobná, a tedy pro další využití nevhodná.
- Navrhla a ověřila algoritmus pro klasifikaci LQT1, LQT2 a LQT3 s využitím různých parametrů a v ideálních kombinacích.

Cíl disertační práce byl definován jasně a je dostatečně náročný a inovativní. Uvedené kroky pro splnění hlavního cíle považují za splněné.

## 3. Metody a postupy řešení

Předložená práce je velmi precizně rozepsána, jsou popsány postupy zpracování dat, detekce časových úseků, stanovení všech parametrů, statistické posouzení použitelnosti parametrů, popis klasifikace založené na metodě podpurných vektorů (support vector machine), diskriminační i klasifikační analýza i práce s daty. Jedná se o velmi podrobnou a náročnou studii, která jde do hloubky a zvažuje různé možnosti a kombinace (binární klasifikace, klasifikace do více tříd, kaskádová klasifikace). Jednotlivé dílčí výsledky jsou srozumitelně prezentovány a diskutovány včetně limitace metody.

## 4. Výsledky disertační práce a konkrétní přínosy disertanta

Výsledky této disertační práce autorka již publikovala v impaktovaném časopise (Srutova M, Kremen V, Lhotska L. Electrocardiographic Discrimination of Long QT Syndrome Genotypes: A Comparative Analysis and Machine Learning Approach. Sensors. 2025;25:2253). Výsledky jsou velice dobré a důležitým faktem je také i to, že se jedná o jednosvodové signály EKG vzorkované relativně nízkou frekvencí (200 Hz). Proto se nabízí další využití v nositelných zařízeních (např. v chytrých hodinkách).

5. Význam pro praxi a rozvoj studijního oboru biomedicínská a klinická technika

Oblast analýzy EKG je v oboru nezastupitelný. Analýza EKG je ekvivalentem pro využití dat z jedné ze základních standardních vyšetřovacích metod, která je dostupná téměř ve všech ordinacích a v době nositelných chytrých hodinek, silné výpočetní techniky a nových inteligentních přístupů je stále vysoce aktuální.

6. Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň

Práce je napsána anglicky, text je logicky dobře sestaven, kapitoly odpovídají jednotlivým celistvým krokům, popisy jsou srozumitelné a doplněné o grafické výstupy. Po formální stránce je práce na vysoké úrovni. Řazení literatury by bylo možné sestavit podle abecedy nikoliv podle výskytu v textu vzhledem k velkému počtu zdrojů, ale takto je to také možné. Citace na literaturu, obrázky i tabulky včetně propojování s textem je správné.

Práce má velice dobrou formální i jazykovou úroveň.

7. Připomínky a závěrečné hodnocení disertační práce

Martina Šrutová prokázala touto prací a prvoautorskou publikací v impaktovaném časopise svou schopnost systematicky pracovat na vědeckém tématu, výsledky prezentovat a publikovat.

8. Závěr

Na základě rozboru disertační práce, její vědecké úrovně, původnosti aplikovaných řešení konstatuji, že **práce splňuje požadavky kladené na disertační práci** v daném oboru.

Z výše uvedených důvodů **doporučuji disertační práci Marty Šrutové k obhajobě.**

Otázka: Z databáze byly vybrány pro analýzu signály EKG zaznamenané mimo noční hodiny. Může se projevit LQTs i během spánku, případně mohou být některé genotypy lépe detekovatelné během spánku?

V Brně, dne 20.11.2025

Jana Kolářová