

## Posudek školitele na doktorskou dizertační práci

**Doktorand:** Ing. Šárka Křížková, B.A.

**Název práce:** Using a fuzzy approach to decision support in sports performance analysis

Doktorandka vždy byla pečlivá a cílevědomá, poznala jsem ji jako studentku, kolegyni, kamarádku a v závěru i jako svou doktorandku, kdy jsme spolu hledaly cestu, jak dokončit to co s Martinem Gavalcem už nestihli vyřešit. Všechny její vědecké zájmy a vědecké pokroky, vždy souzněly s její iniciativou, všechna doporučení přijímala flexibilně a plynuje je implementovala do specifických praktických aplikací. Je škoda, že mnoho prací bylo zastaveno pandemií COVID, kdy nemohly být prezentovány a diskutovány na odborných konferencích.

Souhrnem mohu říci, že se doktorandce podařilo nejen v této práci spojit profesionální sportovní a aplikovaný inženýrský přístup. Díky tomu vytvořila nový plně funkční model, který je prakticky použitelný pro rozhodování sportovců v zásadní otázce dostupnosti či postupu na vybraný turnaj.

Ve své dizertační práci se doktorandka zabývá použitím fuzzy přístupu k podpoře rozhodování v analýze sportovního výkonu se zaměřením na raketové sporty konkrétně na Badminton. Dizertační práce si klade za cíl analyzovat a navrhnout metodu pro podporu rozhodování v rámci analýzy sportovního výkonu. Navrhovaná matematická metodologie využívá fuzzy přístup založený na teorii fuzzy systémů Mamdani–Assilan a Takagi–Sugeno–Kang. Byl vytvořen fuzzy systém pro podporu rozhodování, který lze použít při analýze sportovního výkonu. Souběžně byl vyvinut a optimalizován fuzzy inferenční systém pro analýzu sportovního výkonu v badmintonu pomocí fuzzy přístupu Mamdani–Assilan a Takagi–Sugeno–Kang.

Práce se zaměřuje na návrh a implementaci analýzy výkonnosti při rozhodování. Jedná se tak o aplikovaný problém v aktuálním tématu. Základy práce stojí na fuzzy inferenčních systémech. Doktorandka v práci diskutuje, proč jsou k jejich analýze v daných frameworkích potřeba pokročilé nástroje a jaké technologie jsou vhodné pro jejich modelování. Dále jsou diskutovány výhody navrhovaných modelů a okolnosti, za kterých by měly být implementovány, přičemž jsou nastíněny modely založené na těchto frameworkích. Dále je diskutován potenciál pro předpovídání výkonu sportovců pomocí multisportovního modelování. Výstupy z matematických modelů vycházejí z údajů o výkonnosti sportovců z letních olympijských her 2012, 2016 a 2020.

Tato práce je rozdělena do šesti hlavních částí. První dvě části se věnují úvodu do problematiky a specifikace cílů práce. Kapitola 3 poskytuje úvod do analýzy sportovního výkonu, vyzdvihuje důležitou roli ročního plánování a představuje raketové sporty.

Kapitola 4 uvádí podrobný přehled technik použitých k vytvoření ročního plánu. Je tak popsána fuzzy teorie, která zahrnuje fuzzy množiny, operace, vztahy a pravidla. Dále jsou předatveny Mamdani-Assilan fuzzy systém, Takagi-Sugeno-Kang fuzzy systém a Tsukamoto fuzzy systém i s diskuzí o různých uspořádáních těchto fuzzy systémů. Tato kapitola obsahuje i popis software použitého ke generování modelů, včetně Fuzzy Logic Toolbox™. V závěru jsou podrobně popsány konstrukce fuzzy systémů zahrnujících několik procesů, výběru funkce členství a postupu sběru dat.

Systematický přehled zahrnuje přehled literatury o analýze výkonu. Najdeme zde interpretaci, která data se při analýze používají, nástroje pro sběr dat a automatizační metody analýzy výkonu, software pro analýzu výkonu a analýzu výkonu používanou pro sportovní předpověď. Závěrečná část literární rešerše je věnována vyhledávání klíčových slov v primárních zdrojích.

Kapitola 6 poskytuje důkladný popis o tom, jak lze fuzzy teorii použít k usnadnění rozhodování při analýze sportovního výkonu s využitím nově vyvinutého systému fuzzy inference. Jsou definovány seznamy rozhodnutí jako součást schematického rozvržení plánů pro sportovce. Tato rozhodnutí jsou také znázorněna s časovou perspektivou. Dále je ukázáno, jak vytvořit FIS pomocí ukávek zdrojového kódu i popis výsledky výběru fuzzy vstupů pro oba fuzzy inferenční systémy. Jsou popsána obě řešení fuzzy inferenčních systémů: fuzzy systém Mamdani-Assilan, který zahrnuje výsledky výběru funkce příslušnosti, fuzzy výstup a konstrukci pravidel IF-THEN. Je zde uveden i výstup platformy MATLAB®. Dále jsou diskutovány výsledky fuzzy systému Takagi-Sugeno-Kang a důležitá srovnávací zjištění.

Kapitola 7 poskytuje pohled na to, jak fuzzy teorie pomáhá rozhodování při analýze sportovního výkonu. Tato část také pojednává, hodnotí a zdůrazňuje význam a závažnost zjištění. Jsou navrženy budoucí úpravy modelu, jako je integrace dat z různých sportů nebo studií do konkurenční síly/slabosti. Vyhodnocuje se problém zkrácení analýzy. Na závěr je představena diskuse o potenciálním novém sportu, který by mohl být brzy zařazen na olympiádu.

V kapitole 8 je uvedeno shrnutí pozadí analýzy výkonu, přístup k vytváření modelu, systematický průzkum literatury, výsledky modelu a diskuse.

Doktorandka si pro svou práci stanovila a dosáhla následující nesnadné cíle:

1. Vývoj fuzzy systému pro podporu rozhodování pro analýzu sportovního výkonu.
2. Vývoj matematické metody využívající fuzzy přístup založený na Mamdani-Assilan fuzzy systému.
3. Vývoj matematické metody využívající fuzzy přístup založený na Takagi-Sugeno-Kang fuzzy systému.
4. Vývoj fuzzy inferenčního systému založeného na Mamdani-Assilan fuzzy přístupu k analýze sportovního výkonu v badmintonu.

5. Vývoj fuzzy inferenčního systému založeného na fuzzy Takagi–Sugeno–Kang přístupu k analýze sportovního výkonu v badmintonu.
6. Optimalizace vyvinutých fuzzy inferenčních systémů pro analýzu sportovního výkonu v badmintonu.

Dizertační práce je na dobré odborné úrovni, formulace jsou přiměřené, práce je psaná přehledným a systematickým stylem. Práce je přínosná pro informatiku, přináší nové přístupy, obsahuje nové poznatky a ukazuje jejich praktickou aplikaci. Cíle dizertační práce byly dosaženy. Jako školitelka mohu konstatovat, že doktorandka pracovala aktivně a samostatně.

Předložená práce Ing. Šárky Křížkové, B.A. naplňuje obsahové i formální požadavky kladené na doktorskou dizertační práci. Doporučuji, aby předložená dizertační práce byla přijata k obhajobě pro udělení titulu Ph.D.

V Hradci Králové, dne 31. 5. 2022



Doc. Ing. Hana Tomášková, Ph.D.  
Katedra informačních technologií FIM  
Univerzita Hradec Králové