

Ing. David Lehký, Ph.D.  
STM FAST VUT v Brně  
Veveří 331/95, 602 00 Brno

## **Stanovisko školitele**

*k doktorské dizertační práci Ing. Martiny Šomodíkové*

### **Pravděpodobnostní analýza spolehlivosti a životnosti železobetonových mostů**

Cílem dizertační práce byl vývoj komplexní metodiky pro plně pravděpodobnostní analýzu spolehlivosti a životnosti železobetonových mostních konstrukcí. Důraz byl kladen na integraci pokročilých postupů a metod souvisejících s následujícími aspekty: konstrukce je většinou řešena pomocí časově náročné nelineární analýzy metodou konečných prvků, chování jednotlivých materiálů je popsáno pokročilými fyzikálně-nelineárními modely, pro časově závislou analýzu zatížitelnosti konstrukce a predikci její životnosti je přistoupeno k modelování degradačních procesů, jako jsou karbonatace betonu, průnik chloridů či koroze výztuže, a to včetně zahrnutí vlivu napjatosti, v neposlední řadě je pak úroveň spolehlivosti kvantifikována pomocí ukazatelů spolehlivosti, jejichž výpočet je u rozsáhlých konstrukcí časově náročný.

Přínos doktorandky lze spatřovat zejména v souhrnné integraci jednotlivých dílčích modelů a postupů do celkové mozaiky navržené metodiky pravděpodobnostní analýzy spolehlivosti a životnosti konstrukcí. Zvláštní pozornost byla věnována modelům degradace jednotlivých materiálů a to včetně zahrnutí vlivu napjatosti na zrychlení těchto procesů. Jejich výstižné modelování je nezbytné pro odhad stupně degradace konstrukcí v případech, kdy není k dispozici podrobný diagnostický průzkum, dále pak k predikci jejich zatížitelnosti a spolehlivosti v následujících letech. Metodika rovněž zahrnuje možnost aktualizace předpovědi na základě výsledků nové diagnostiky.

Dalším slabým místem stávajících řešení spolehlivosti mostů, jemuž byla věnována pozornost, je výpočet ukazatelů spolehlivosti. U konstrukcí řešených nelineární metodou konečných prvků, kdy je navíc funkce poruchy dána v implicitním tvaru, je jejich výpočet komplikovaný a časově náročný. Doktorandka se zde proto zaměřila na implementaci aproximační metody plochy odezvy v kombinaci s umělou neuronovou sítí a stratifikovanou simulační metodou Latin hypercube sampling (metoda ANN-RSM). Cílem bylo minimalizovat počet vyčíslení původní funkce poruchy se zachováním dostatečné přesnosti řešení. Na analyzovaných konstrukcích pak ověřila efektivitu tohoto řešení ve srovnání s dalšími spolehlivostními metodami.

V rámci své práce doktorandka vyvinula několik pomocných programů ke snadnější automatizaci dílčích částí navržené metodiky. Jednalo se zejména o program PyAtena, umožňující efektivnější řešení stochastických úloh v programu ATENA, spočívající v zajištění maximální kontroly nad všemi znáhodňovanými parametry, automatickém spouštění opakovaných výpočtů a velmi rychlém zpracování výsledků na základě vlastního skriptu pro analýzu vyexportovaných dat. Pro potřeby automatizace metody ANN-RSM pak bylo potřeba vyvinout a do spolehlivostního programu FReET implementovat speciální knihovnu annrsm.dll. Pro potřeby verifikace jednotlivých spolehlivostních metod pak doktorandka vytvořila jednoduchý program pro vyčíslení parametrů aproximace pomocí metody plochy odezvy s různými variantami polynomiální funkce; v plánu je propojení programu s programem PyAtena a jeho další vývoj, umožňující výpočet ukazatelů spolehlivosti. Ve všech těchto případech prokázala schopnost algoritmizovat řešený problém a vyvinout vlastní funkční software.

Podstatnou součástí dizertace je rovněž řada zpracovaných aplikačních příkladů, a to jak na jednotlivá témata, tak následně na celou navrženou metodiku. Jednotlivé metody a modely jsou pak vždy testovány a srovnány s jiným adekvátním řešením či výsledkem reálných měření.

Během studia si doktorandka zodpovědně plnila všechny své studijní povinnosti, veškeré zapsané předměty absolvovala na výbornou, zkoušky zvládala v řádných termínech, doktorskou zkoušku pak vykonala dne 1. 10. 2014. Zapojovala se rovněž do pedagogické činnosti na Ústavu stavební mechaniky FAST VUT.

V rámci vědecko-výzkumné činnosti a přípravy dizertační práce pracovala velmi aktivně a s nasazením. Byla řešitelkou dvou vlastních juniorských projektů Specifického výzkumu VUT – „Rozvoj metody response surface pro řešení spolehlivostních úloh“ (FAST-J-14-2367) a „Zpřesnění aproximace funkce poruchy v okolí návrhového bodu pomocí metody plochy odezvy založené na umělé neuronové síti“ (FAST-J-15-2712) a projektu FRVŠ – „Zavedení experimentů pro identifikaci materiálových parametrů do předmětů stavební mechaniky“ (č. 828/2013/G1). Dále byla a je významnou členkou projektových týmů u dvou projektů GAČR – „Přímá a inverzní spolehlivostní optimalizace s ohledem na nejistoty“ (15-07730S) a „Prostorová variabilita degradace a poškození při spolehlivostní analýze konstrukcí (14-10930S)“, projektu TAČR – „Modelování degradace a zajištění životnosti betonových mostů“ (TA04030713) a projektu MŠMT Kontakt II – „Účinné přístupy neurocomputing pro analýzu a posouzení konstrukcí“ (LH14334).

Průběžně se zapojuje do přípravy publikací v českých i mezinárodních časopisech i na konferencích. Je autorkou či spoluautorkou celkem 38 publikací, u 16 z nich je pak první autorkou. Za vyzdvihnutí stojí zejména publikace v následujících kategoriích: impaktované časopisy – 3 (články jsou v recenzních řízeních s výhledem publikace v průběhu roku 2016), zahraniční konference indexované v databázích Scopus či CPCI společnosti Thomson Reuters – 5, české/zahraníční vědecké recenzované časopisy – 6.

Doktorandka se rovněž aktivně zúčastnila řady odborných seminářů a konferencí v tuzemsku i zahraničí. Absolvovala několik zahraničních pobytů a stáží, a to na RWTH University v Cáchách (2013, 4 měsíce) a na Universität für Bodenkultur ve Vídni (2014 a 2015, v součtu 2 týdny).

Ing. Martina Šomodíková zpracovala kvalitní dizertační práci, kde osvědčila svoji způsobilost pro systematickou vědeckou práci. Při jejím zpracování prokázala schopnost nastudovat a analyzovat řešenou problematiku, navrhnout vhodné řešení, algoritmizovat daný problém a ten následně vyřešit a detailně vyhodnotit. Po formální stránce je práce rovněž na vysoké úrovni a ukazuje na schopnosti doktorandky výsledky své práce ve srozumitelné formě publikovat.

Vzhledem ke zmíněným skutečnostem **doporučuji dizertační práci k obhajobě. Doporučuji, aby Ing. Martině Šomodíkové byl po úspěšné obhajobě udělen doktorský titul Ph.D.**

V Brně dne 29. 1. 2016



Ing. David Lehký, Ph.D.  
školitel